Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Telemática

PROYECTO FIN DE CARRERA

GEOLOCALIZACIÓN DE PERSONAS CON ALZHEIMER BASADA EN PLATAFORMAS MÓVILES

Autor: Manuel Cocera Villalba

Tutor: Jorge Ruiz Magaña

Leganés, septiembre de 2017

Título: **Geolocalización de personas con Alzheimer basada en plataformas móviles**
Autor: **Manuel Cocera Villalba**
Director: **Jorge Ruiz Magaña**

EL TRIBUNAL

Presidente: **Iria Manuela Estévez Ayres**

Vocal: **Alejandro Baldominos Gómez**

Secretario: **Raquel Crespo García**

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día **28** de **septiembre** de **2017** en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO PRESIDENTE

Agradecimientos

Por Lola, José Manuel y David. Todo en mi vida va por vosotros porque vosotros me lo habéis dado todo.

Mi agradecimiento especial a Sergio Alcalde, Jorge Ruiz y Manuel Joaquín García, quienes consiguen realmente, con su pasión y enorme esfuerzo, hacer que este proyecto esté consiguiendo sus resultados. A Manuel Moreno, fuente no deseada de motivación del mismo, por su impulso inicial y ejemplo vital constante en nuestro trabajo. Y en general a Francisco Buitrago, Miguel Jiménez, Manuel Imedio, David Ramos y todo el equipo de Solusoft que ha participado en su desarrollo a lo largo de sus distintas etapas.

A los profesionales de AFAL Getafe, que tanto hicieron porque la solución resultante de este proyecto realmente fuera útil a las familias que tanto lo necesitan.

A Jorge Ruiz doblemente, por ponerme definitivamente en marcha ahora y conseguir que se cerrase el círculo que se había abierto hace muchos años.

Resumen

El Alzheimer se caracteriza por una pérdida progresiva de la memoria y de otras capacidades mentales, cuya evolución tiene una duración media de 10 años.

En las dos primeras etapas de la enfermedad, predemencia y demencia inicial, el enfermo puede y debe llevar una vida completamente normal, pero sufre de pérdidas ocasionales de memoria y de orientación, pudiéndose producir situaciones en las que éste se pierde, por ejemplo, cuando sale a dar un paseo.

Este proyecto introduce una solución que evita estas situaciones de emergencia mediante la utilización de dispositivos inteligentes comerciales, tipo *smartphone*, tales como *iPhone* y *Android*.

Antes de que el afectado salga, el cuidador establece una zona de confort, basada en el tiempo que suele estar fuera o un radio máximo de distancia de acción. En el caso de que estos límites se superen se enviará una alerta al cuidador con la última posición conocida.

Por otro lado, si el enfermo se siente desorientado, aunque la zona de confort no haya sido superada, podrá enviar una alerta a su cuidador con su posición geográfica.

Además, si el dispositivo se queda sin cobertura de datos o GPS o incluso sin batería, la propia plataforma sobre la que se apoya la solución será la que avise al cuidador de esta circunstancia, entregándole además la última posición donde la persona se encontraba.

Tweri, como se ha llamado a la solución, ofrece autonomía para el enfermo y tranquilidad para sus cuidadores y familiares. Contribuye a facilitar la vida de estas familias.

Palabras clave: Alzheimer, geolocalización, Salud digital, cuidador, *smartphones* teléfonos inteligentes, app, aplicación móvil, *iPhone*, *Android*.

Abstract

Alzheimer's disease is characterized by the progressive loss of memory and other mental capacities, with an average evolution of 10 years.

In the early stages of the disease, pre-dementia and early dementia, the affected person can, and should carry out, a completely normal life. Occasional memory and orientation loss are common symptoms at that point. For instance, is habitual for Alzheimer sufferers to become disorientated even in very familiar places.

The aim of this project is to introduce a solution to avoid those emergency situations as easy to reach devices as a smartphone such as an iPhone, Android or Windows Phone.

Each time the patient is ready to leave, the caregiver would need to establish a "comfort zone", based on the time that the person in their care is allowed outside or a predetermined maximum distance. If it should happen that the patient goes over those limits an alert message will be sent to the caregiver stating the latest location the affected person was in.

Furthermore, if the individual affected feels disoriented (confused, dazed), even inside of the comfort zone, he or she will be able to send an alert message to the caregiver with his or her last known location.

In addition to the previously mentioned functions, if the device is out of range (without coverage) or has run out of battery, the asset would be supported by a platform which will let the caregiver know of such. Also, informing him or her of the latest known location of the person.

Tweri, as the solution has been called, offers autonomy to the person affected and his or her family and caregivers. It would contribute to make their lives easier.

Keywords: Alzheimer, geolocation, eHealth, caregiver, smartphones, app, iPhone, Android.

Índice general

Índice de figuras

Índice de tablas

Capítulo 1

Introducción y objetivos

1.1 Introducción

Hoy en día somos, en una inmensa mayoría, usuarios de un *smartphone* o teléfono inteligente. Y hemos llegado a serlo de una forma incluso personal e intransferible, que hace que lleguemos a sentirnos incómodos si salimos de nuestros hogares sin llevar nuestro dispositivo móvil con nosotros.

Los smartphones han cambiado además la forma en la que realizamos muchas de nuestras actividades cotidianas. Y no sólo por el aumento constante de su capacidad de cálculo y comunicación, con aplicaciones cada vez más complejas, sino por la capacidad sensorial que poseen. Y especialmente por la posibilidad de localización geográfica de la que se les dotó en un momento dado y que causó realmente la revolución en su uso y aprovechamiento.

Las capacidades sensoriales de los *smartphones* y que su uso sea cada vez más universal ha impulsado que sean igualmente cada vez más las aplicaciones que sacan provecho de estos dispositivos en campos como la salud digital o *eHealth*, como se ha dado en conocer a la práctica de cuidados sanitarios ayudada por las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

El proyecto que aquí se presenta trata precisamente de sacar beneficio de esas capacidades, y en especial de la de localización geográfica de los dispositivos (a partir, principalmente, de su componente GPS) y la posibilidad de comunicar su ubicación, para

dar solución a un problema social en crecimiento dentro de ese ámbito de actuación sanitaria o sociosanitaria: el cuidado de los afectados de Alzheimer.

Como ya se desarrollará con mayor profundidad, en las primeras fases de la afección las personas pueden, y deben [Ber15], llevar una vida completamente normal. Eso incluye paseos o seguir el máximo tiempo posible con tareas realizadas fuera del hogar. Pero en el transcurso de las mismas pueden sufrir problemas ocasionales de memoria y de orientación, lo que hace que puedan permanecer perdidas durante horas … en el mejor de los casos.

Desde el equipo de Solusoft, empresa en cuyo seno se ha realizado el presente proyecto, especializado por su labor de innovación en tecnologías de geolocalización, se vio claramente que éstas podían dar fácilmente respuesta a ese problema de una manera directa, con el uso de dispositivos comerciales extendidos y sin que se tuviera que recurrir a costosas plataformas que empezaban a ponerse en marcha en su momento ni la obligación de requerir un centro de control. Esto contribuiría a que los altos costes económicos a los que las familias han de hacer frente para el cuidado de estas personas se vieran reducidos en buena medida.

Ilustración 1. Imagen promocional de la solución.

Tweri [TWERI] es la herramienta surgida de esa motivación, y sus objetivos, estructura, desarrollo y logros serán presentados en la presente memoria.

1.2 Objetivos

El objetivo fundamental del proyecto por tanto es el de proporcionar una herramienta gratuita que permita a los afectados por Alzheimer prorrogar su autonomía el máximo tiempo posible. Y a sus familiares y/o cuidadores la mayor tranquilidad en su labor, al permitirse el seguimiento remoto de su ubicación física cuando abandonaran el hogar,

principalmente en aquellos casos en los que la persona pudiera apartarse de su comportamiento lógico o habitual.

En torno a ese objetivo principal, se establecieron también los siguientes objetivos generales:

- Evaluar el entorno del problema y las posibles soluciones que ante el mismo pudieran existir ya en el mercado, analizando su validez y determinando qué valor añadido podrían aportar las tecnologías emergentes.

- Definir un sistema y funcionalidades que permitieran a los usuarios obtener esa tranquilidad a través del control de la ubicación geográfica de las personas supervisadas.

- Crear y poner en el mercado una herramienta que diera soporte a esas funcionalidades a partir de las tecnologías existentes.

- Aprovechar el desarrollo como plataforma de prueba de metodologías, tecnologías y plataformas de servicios, algunas de ellas desarrolladas por el propio equipo en su labor de I+D+i.

- En concreto, con respecto a este último punto, poner a prueba la validez del método *Lean StartUp*, del que hablaremos más adelante, para hacer evolucionar una solución como la que nos proponemos de manera eficiente y exitosa.

1.3 Fases del desarrollo

El ciclo de vida de la solución ha estado guiado casi desde un principio por la metodología *Lean Startup*, originada a partir de la semilla inicial de Eric Ries [Rie11]. Como se verá más tarde, dicha metodología busca el crecimiento de productos y/o negocios recortando las funcionalidades o servicios y acortando los ciclos de desarrollo para ir probando de forma iterativa que lo que se pone al servicio de los usuarios y/o clientes es realmente útil para ellos y les añade valor.

Por ello, la solución ha ido evolucionando iterativamente desde un primer prototipo validado por entidades cercanas al Alzheimer, y su posterior puesta en producción, hasta la versión que actualmente podemos encontrar en las tiendas de aplicaciones de las plataformas móviles. Y lo ha hecho así creciendo de una forma progresiva, a partir de las solicitudes de mejora recibidas de los propios usuarios y aprovechando las mejoras tecnológicas que se han venido sucediendo a lo largo de estos años.

La primera versión de Tweri se desarrolló en 2011, con la motivación ya descrita e impulsada por la necesidad de probar una nueva tecnología implementada a través de la plataforma *Topoos* [TOPOOS], desarrollada también en el seno de Solusoft para permitir el desarrollo fácil de aplicaciones móviles geolocalizadas. En su momento ya le aporta:

- Registro de la posición en cloud (Aunque el móvil se quede sin batería queda registrada la última posición del usuario), lo que posibilita acceso de geolocalización desde un cliente web.

- Redundancia en geolocalización a través de todos los sistemas soportados por *Topoos*.

- Seguimiento de recorridos asociados a reglas.

- Servicio de notificaciones.

- Detección de inactividad.

- Notificaciones automáticas basadas en reglas.

Desde entonces, el sistema se ha venido evolucionando en distintos ciclos de revisión, siguiendo también una metodología ágil asociada al método *Lean StartUp* (*sprints*, por tanto, si bien estos no han seguido una periodicidad fija)[1].

La iteración más importante se llevó a cabo en 2014, impulsada por la presentación del sistema en Nueva York, con motivo de una estancia de trabajo allí de uno de los miembros del equipo. Y en la misma se incluyeron importantes aportaciones que se habían aconsejado en las revisiones desde la primera versión:

- Mejora de la relación afectado – cuidador en el acceso de éste último a la información sobre la posición del primero, haciendo además que el afectado sea siempre dueño de los permisos sobre su supervisión.

- Mejora y simplificación del proceso de alta de los usuarios y configuración de los criterios de seguridad (geográficos y temporales).

- Identificación visual del cuidador en el uso del afectado de la función de reclamar la atención del cuidador ante un episodio de pérdida de la orientación (pedida por las asociaciones de afectados).

Tecnológicamente, la mejora es aún más significativa: se realiza el desarrollo de servicios sobre *Microsoft Azure*, eliminando los servidores hardware que soportaban el

[1] No debe confundirse en cualquier caso los sprints de la metodología de desarrollo ágil *SCRUM* [Las17], que ha sido la utilizada también en cada uno de los ciclos de revisión de la solución con estas iteraciones o ciclos asociadas a la metodología *Lean StartUp*, si bien los mecanismos y acciones realizadas son muy parecidos en cuanto a su naturaleza.

Cada una de las iteraciones realizadas siguiendo el método *Lean StartUp* para conseguir una nueva versión puede llevar asociados varios sprints de desarrollo ágil *SCRUM*.

sistema y haciendo que el producto pudiera adaptarse más rápidamente ante una mayor demanda por parte de los usuarios. En definitiva: más escalable.

El estudiante ha formado parte del proyecto durante todo su ciclo de vida hasta el momento, si bien han ido cambiando las funciones y trabajos en los que ha participado.

Estas funciones, además, han estado siempre más cercanas a la génesis, dirección, seguimiento, análisis, diseño y validación del proyecto. Todo ello quedará reflejado en la presente memoria, en la que primará una visión panorámica del proyecto (de las necesidades a cubrir y las soluciones tecnológicas empleadas en su solución, su análisis y diseño, y la validación de ésta) frente al detalle en la implementación de los distintos componentes, donde la participación de alumno no ha sido destacable.

En la presente memoria de proyecto, no se expondrán grandes detalles sobre la construcción de la solución por dos grandes razones: se trata de un producto en explotación por la compañía en cuyo seno de ha realizado el proyecto; y no es una fase en la que el alumno haya participado más allá de la supervisión de trabajos y elección de herramientas con las que el sistema debería integrarse a la hora de obtener ventajas en este desarrollo. Y la integración de estas herramientas será mostrada junto con el diseño de la arquitectura tecnológica.

1.4 Medios empleados

Como se ha introducido ya, la solución ha sido desarrollada gracias al equipo de la compañía Solusoft, del que el alumno forma parte. Y usando igualmente sus medios y recursos físicos, puesto que el proyecto fue abordado desde el principio dentro de su labor de Responsabilidad Social Corporativa.

Así pues, el proyecto ha sido desarrollado en el seno del Centro de Desarrollo e Innovación que Solusoft tiene en el Parque Científico Tecnológico de Leganés, puesto en marcha por un consorcio del que forma parte la propia Universidad Carlos III de Madrid. En dicho parque se realizaron las primeras pruebas in-situ de las aplicaciones.

Cabe destacar también la inestimable ayuda de dos entidades directamente familiarizadas con el Alzheimer: la asociación AFAL Getafe y Manava. Su colaboración fue indispensable a la hora de configurar una aplicación que realmente pudiera ser útil en el día a día de afectados y familiares y, por supuesto, en el momento en que la solución fue validada.

1.5 Estructura de la memoria

Para facilitar la lectura de la memoria, se incluye a continuación un breve resumen de cada capítulo:

1. El presente capítulo de introducción sirve para presentar tanto el problema que se prentende resolver con el proyecto realizado como los objetivos que con respecto a dicho problema nos marcamos en el mismo. Se acompaña de una descripción de cómo se ha desarrollado en el tiempo el ciclo de vida de la solución que se propone, y los medios y colaboraciones con los que se ha podido contar en el desarrollo de la misma.

2. El capitulo siguiente, de *Problema – Solución – Beneficios*, tendrá por objeto ahondar precisamente en la descripción del problema introducido, el de la vigilancia necesaria de los afectados por Alzheimer cuando intentan continuar con sus actividades y salidas cotidianas fuera del hogar, ante posibles episodios de desorientación. Se introducirá a grandes rasgos la solución propuesta y los beneficios que la misma puede proporcionar tanto a afectados como a sus familias y cuidadores.

3. Se muestra entonces el Estado del Arte tanto en lo que se refiere a las posibles soluciones existentes en el ámbito del problema tratado como en las metodologías y tecnologías con las que se quiere dar una solución al problema, deteniéndonos en las plataformas móviles para resumir el estudio realizado en su momento que culminó en la selección de Android y iOS como las más prometedoras sobre las que desarrollar las aplicaciones móviles.

4. Un capítulo de análisis del sistema recogerá, a continuación, tanto las especificaciones trazadas a partir de la descripción de la solución propuesta, como la compilación estricta de los requisitos y casos de uso que surgieron del trabajo de análisis que parte de las mismas. Dicha compilación sirve de base a los posteriores trabajos de diseño de la solución y sus componentes y desarrollo de los mismos.

5. Del diseño del sistema, se han recogido en el capítulo 5 la arquitectura que forman finalmente los distintos componentes tecnológicos, con su descripción, y los sistemas externos con los que se integran. Se acompaña del diseño de los interfaces de usuario que, desde la aplicación móvil en concreto, harán que tanto afectados como cuidadores y familiares puedan interactuar para conseguir acceso a las distintas funcionalidades aportadas.

6. Descrito el sistema en los capítulos anteriores, abordaremos en el capítulo 6 los procesos de verificación y validación que se han llevado a cabo para concluir que la solución propuesta, y finalmente desarrollada, realmente es válida para el problema que abordamos, para los afectados y cuidadores y familiares a quienes iba dirigida, y ha sido realizada de una forma correcta y con calidad. Los resultados del proceso de validación que en dicho capítulo se muestran son importantes para evaluar la idoneidad de la aplicación y el sistema resultantes.

7. Ante el amplio ciclo de vida de una solución que viene evolucionando desde 2011 hasta nuestros días, el capítulo 7 recoge, a modo de ejemplo de la realización de una planificación y presupuestación de desarrollo, la previsión realizada sobre una de las fases del proyecto, cuyo alcance se recoge en el propio capítulo.

8. Se presentarán a continuación, en el capítulo 8, las conclusiones obtenidas tanto del desarrollo del proyecto como de los resultados del mismo con respecto a los objetivos que inicialmente se planteaban.

9. Un último capítulo mostrará ejemplos de futuros proyectos mediante los que la solución obtenida en el actual podría ser expandida y/o evolucionada, clasificando además distintas líneas de trabajo por las que se podría avanzar.

La memoria finaliza con dos apartados que reúnen tanto los acrónimos usados en la memoria como las referencias de interés que se han seguido para su desarrollo.

Capítulo 2

Problema – Solución - Beneficios

2.1 Problema

La enfermedad de Alzheimer es una enfermedad neurodegenaritiva [CREA] que se manifiesta como deterioro cognitivo y trastornos conductuales. Toma su nombre del neurólogo alemán Alois Alzheimer, quien, por primera vez en 1906, observó cambios en el tejido cerebral de una mujer que había muerto de una enfermedad cerebral que consideró extraña.

Sólo en nuestro país, se ha diagnosticado ya con esta enfermedad a 600.000 personas, aunque se cree que la padezcan realmente unas 800.000 [CREA]. Y, según el último informe de la Alzheimer's Disease International, correspondiente a 2016 [ADI16], podrían estar afectadas más de 47 millones de personas en todo el mundo (como el propio informe dice, más de la población de España). Y la enfermedad impacta en la vida de más millones de personas: los familiares y amigos de los enfermos.

De todos esos millones de personas que podrían estar afectadas por la enfermedad, sólo la mitad de las residentes en países con economías más avanzadas habrían sido diagnosticadas hasta la fecha, bajado la ratio a menos del 10% en el resto de países del planeta.

Una gran mayoría de afectados, por tanto, no están siendo aún tratados ni reciben cuidados sociosanitarios. Pero la atención que sí se está prestando es cada vez más importante en cuanto a recursos económicos. Llegará a constituir en 2030, según ese

mismo informe, el 0,5% de todo el gasto y/o inversión que se dedique a salud pública en los países más avanzados.

Además, es un problema creciente: en el 2050, según ese mismo informe, el número de personas afectadas por esta enfermedad se habrá triplicado: 131,5 millones de personas en todo el mundo.

En cuanto a su desarrollo en cada una de esas personas, la enfermedad se caracteriza por la aparición lenta de síntomas que evolucionan a lo largo de los años. Principalmente una pérdida progresiva de la memoria y otras capacidades mentales, a medida que las células nerviosas mueren y diferentes zonas del cerebro se atrofian.

Tiene una duración media de 10 años, aunque esto puede variar dependiendo de la severidad de la enfermedad en el momento de diagnóstico. Durante estos años el afectado pasa por una serie de fases que indican el grado de avance de la enfermedad: predemencia, demencia inicial, demencia moderada y demencia avanzada.

El problema que se trata de resolver se encuentra en las dos primeras fases de la enfermedad, predemencia y demencia inicial (normalmente unos cuatro a cinco años al comienzo de la enfermedad), donde el afectado puede (y debe, como mejor terapia [Ber15]) llevar una vida completamente normal. Pero sufre de pérdidas ocasionales de memoria y de orientación, pudiéndose producir situaciones en las que éste se pierde, por ejemplo, cuando sale a hacer la compra al supermercado más cercano.

El resultado es una reducción de la autonomía de los afectados por esta enfermedad y/o una situación de estrés para sus familiares y cuidadores.

2.2 Solución

Los trabajos realizados por el equipo de I+D+i de Solusoft desde el año 2009 concluyen que la aparición de la tecnología de movilidad *smartphone* va a suponer un cambio en el concepto de uso de las aplicaciones.

Con las enormes capacidades de cálculo (tenemos un ordenador en el bolsillo), sensoriales, de comunicación, y teniendo en cuenta que son dispositivos completamente personales, aparece otro novedoso concepto de uso: aplicaciones relacionadas con el contexto en las que no es el usuario el que activamente pide datos a la aplicación, sino que es la aplicación, según el contexto en el que se encuentra el usuario, la que le sugiere qué hacer.

El conocimiento obtenido sobre el potencial de esa tecnología de movilidad hizo que, al ser conocedores también de esa problemática relacionada con las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer, se viera la posibilidad de aportar una solución mediante la filosofía perseguida de que el propio sistema realizara un seguimiento con la mínima intervención posible de los usuarios: podía avisar a los familiares o cuidadores de la ubicación en la que se encuentra el afectado de Alzheimer sin que éste hiciera nada (simplemente debería llevar un *smartphone* en el bolsillo previamente configurado).

La solución consiste, por tanto, en la utilización de dispositivos inteligentes, *smartphones*, tales como *iPhone* y *Android*, apoyándose en un software de servidor.

Antes de que la persona afectada de Alzheimer inicie la marcha, el cuidador debe establecer una zona de confianza, basada en un tiempo máximo que puede estar fuera y/o en un radio máximo de acción.

El afectado sólo deberá llevar en su bolsillo el dispositivo smartphone mientras dure su paseo. Este dispositivo será el encargado de ir informado al sistema de la posición.

En el caso de que la zona de confianza se supere se enviará una alerta al cuidador por correo electrónico para que pueda acceder a la última posición conocida del afectado.

Además, si el afectado se siente desorientado, aunque la zona de confianza no se haya superado, podrá enviar una alerta a su cuidador con la última ubicación conocida.

Por otro lado, si el afectado se queda sin cobertura de datos o GPS, o incluso sin batería, el sistema avisará al cuidador de esta circunstancia, entregándole además la última posición conocida.

La utilización de esta solución proporciona tranquilidad a los cuidadores (generalmente del entorno familiar) y al afectado de Alzheimer, que en estas primeras etapas dispone y debe disponer de autonomía completa.

Algo a destacar, es su facilidad de configuración por parte de los cuidadores y de uso por parte de los afectados. Ha sido un aspecto que se ha cuidado al máximo desde el principio, utilizando la información proporcionada por los validadores.

Porque el equipo del proyecto es especialista en tecnología y posee una gran motivación para aplicar soluciones tecnológicas a problemas sociales. Pero se tiene el convencimiento (refrendado además por el método *Lean StartUp*) de que las soluciones diseñadas sólo serán buenas en la medida que sean validadas por las propias personas afectadas y su ámbito cercano.

En el caso de Tweri acudimos a una entidad que estuviera en el día a día de la enfermedad. Por proximidad y conocimiento por personas de dentro del equipo de sus actividades, les propusimos a AFAL Getafe que fuesen los validadores de nuestra solución. A lo que aceptaron gratamente afirmando que estábamos ante una muy buena ayuda técnica (como se conoce en el ámbito de la atención a la discapacidad a los dispositivos o servicios creados especialmente para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar una deficiencia, discapacidad o minusvalía) pero ofreciéndose a ayudarnos a mejorarla.

Fruto de esta colaboración son la facilidad de uso de la aplicación, la eliminación desde el primer prototipo de características no útiles (como sonidos estridentes en el momento de superar la zona de confianza) o la participación en la evolución de Tweri en características como el poner la foto del cuidador en el botón de solicitud de ayuda.

Inicialmente, para poder mantener la aplicación en cuanto a infraestructura de servidores, comunicación y evolución pensamos en establecer un precio a la aplicación que fuera soportado por el usuario final. De nuestra experiencia con AFAL Getafe, de estar en el día a día de la enfermedad, vimos que las familias se encuentran ante fuertes gastos, que aumentan con el grado de avance de la enfermedad, por lo que decidimos que, para el afectado, familiar/cuidador, la aplicación debía ser gratuita. Y así se ha mantenido desde entonces en el modelo de negocio de Tweri.

2.3 Beneficios

La solución diseñada consigue esa tranquilidad a los cuidadores sin que suponga un perjuicio económico para las familias.

Tweri consigue aumentar la autonomía de las personas afectadas de Alzheimer, permitiendo posponer el momento en el que las mismas acaban recluyéndose en su hogar o abandonando el mismo para ingresar en un centro de día, hospital, etc., momento muy traumático tanto para el paciente como para sus familiares. Esto retrasa el progreso de la enfermedad y reduce drásticamente el coste de la misma para las familias.

La innovación de esta solución reside en dos aspectos de la misma, focalizados como decimos en facilitar la vida a estas familias, con una economía frecuentemente resentida a causa de los grandes gastos asociados a la enfermedad:

- En primer lugar, el uso de dispositivos smartphone comerciales evita la necesidad de diseño y fabricación de dispositivos propietarios, lo que minimiza el coste del hardware a usar. La configura como una solución no estigmática (elementos que no identifican visualmente la enfermedad que se padece), de bajo coste de implantación y mantenimiento.

- En segundo lugar, la utilización de un robusto software de servidor nos permite conocer, con independencia del dispositivo GPS utilizado, la última posición antes de la aparición de un problema. De esta forma, no es necesario un centro de control puesto que el sistema ofrece la información oportuna a los familiares y cuidadores para poder actuar en caso de un problema, sin que sea necesaria su existencia. Esto permite reducir drásticamente el coste de la solución para los usuarios.

Con estas dos opciones de diseño, el coste para los usuarios se ve reducido al dispositivo que deban adquirir y al coste asociado a la tarifa de datos impuesta por el operador de telefonía móvil que seleccionen.

La existencia de esa plataforma, además, hace que el sistema en sí sea robusto, pudiendo responder frente a errores o problemas en el terminal.

Y por su construcción se consiguen, por otro lado, una serie de ventajas entre las que se encuentran que el paciente no siente violada su intimidad, ya que puede moverse por la zona de seguridad con toda tranquilidad, sin que su ubicación sea conocida hasta que se

produzca un caso de posible peligro. Y que sus familiares pueden sentirse tranquilos ya que el sistema, al enviar alertas solo en caso de emergencia, les permite no tener que monitorizar de forma constante al paciente.

Finalmente, el hecho de que la solución consista en una aplicación que funciona sobre dispositivos comerciales estándar de tipo smartphone, la hace, además de económica, muy flexible, pues incrementa al máximo las posibilidades de evolución de la solución en un futuro, como se verá cuando hablemos de posibles futuros proyectos.

Capítulo 3

Estado del Arte

3.1 Estado del Arte respecto al producto

Ante el problema que se planteaba resolver, se realiza en un primer momento del proyecto un estudio de las posibles soluciones ya existentes, o elementos sustitutivos que pudieran encontrarse en el mercado. Se buscaba validar la necesidad y viabilidad del proyecto al tiempo que encontrar posibles requisitos o funcionalidades innovadoras que dotasen a la solución de ventajas competitivas.

Se presenta aquí, en el siguiente apartado, el resultado de dicho estudio en su momento, mostrándose también a continuación la situación actualizada a día de hoy, de cara a comprender las evoluciones experimentadas por la solución y los futuros proyectos que en su momento se plantearán en esta misma memoria.

3.1.1 Evaluación del mercado

En el momento de estudiar el proyecto, no había soluciones que utilizasen los teléfonos inteligentes para geolocalización de personas. Sólo durante el desarrollo de la primera versión de la solución, en 2011, sale al mercado el sistema *SIMAP*. Era ésta una solución que sí hacía uso también de los teléfonos móviles para ofrecer el servicio de localización de personas, de forma generalista, eso sí. Y estaba además ligado y disponible exclusivamente con el servicio de una determinada operadora de telefonía.

La tipología de soluciones que existen, en ese momento de lanzar el proyecto, están basadas en dispositivos propietarios, que ofrecen tanto su hardware como su software en sistemas cerrados sin posibilidad de ampliación y con costes altos por compra y/o mantenimiento del sistema. Además de, según el caso, ser difíciles de configurar y utilizar.

De los sistemas evaluados entonces, destacaremos aquí dos que fueron identificados ya como los competidores más fuertes, y se ha demostrado así por haber llegado también hasta la actualidad como productos destacados.

Keruve [KERUVE] *(Ilustración 2)* es un ejemplo de este tipo de sistemas, compuesto por un reloj dotado de cierre de seguridad, que esconde un GPS y emisor, y un receptor portátil específico y propietario con el que el cuidador puede recibir la posición de la persona que lleva el reloj.

Ilustración 2. Sistema Keruve, de reloj localizador y receptor propietarios. [KERUVE]

Además de resolver el problema, la ventaja principal de este producto, que sigue existiendo como decimos hoy en día, es el tipo de localizador/emisior usado (reloj): específico, discreto y fácil de usar. Y eliminaba también la necesidad de un centro de control, al estar directamente emparejados cada emisor con su receptor.

El alto coste, en cambio, es su principal desventaja. Al coste de adquisición del sistema se une además los servicios que deben ser pagados al fabricante.

El otro sistema a destacar hacía uso de un centro de control para el seguimiento de las personas con Alzheimer (dirigido a personas con deterioro cognitivo, en general), que debían llevar por entonces un localizador con cierto volumen en forma de colgante, para llevar en el cuello. Estaba gestionado por Cruz Roja, y ha llegado al momento en que se escribe esta memoria con el nombre comercial de LoPe (Localizador de Personas) [LOPE]. Y ha acabado siendo también un dispositivo móvil que se coloca en la cintura con un cinturón con cierre de seguridad *(Ilustración 3)*.

Ilustración 3. Sistema de Seguimiento LoPe, de Cruz Roja. [LOPE]

Su ventaja está precisamente en la atención por parte del centro de control, que libera a cuidadores y familiares de la responsabilidad del seguimiento. En el momento de producirse alguna incidencia, será el personal del centro de coordinación de Cruz Roja quienes se pondrán en contacto con la familia, o, en el caso necesario, con los servicios de emergencia.

Pero los costes de este sistema, repercutidos al producto, son de nuevo la mayor desventaja del sistema: a día de hoy, la plataforma anuncia que su coste es menor de 2€ al día (lo que lo puede situar en una barrera de 60€ /mes).

Y en ambos sistemas el familiar o cuidador sigue siendo el encargado de poner y retirar el dispositivo concreto, de cargarlo y encenderlo.

3.1.2 Estado actualizado

Aparte de esos dos productos que continúan siendo competencia destacable desde 2011, son actualmente ya muchas las soluciones que permiten en la actualidad el seguimiento de la ubicación de personas a través de aplicaciones móviles.

Las más conocidas o extendidas, sin embargo, tienen un carácter generalista, no especializado en el tipo de problema que nos ocupa. Es el caso, por ejemplo, de Alpify [ALPIFY], que ha alcanzado fama tras una importante inversión en publicidad, tras haber ampliado de forma importante su capital y virado desde sus orígenes en la seguridad para montaña a una aplicación gratuita de geolocalización para toda la familia. Dicen tener ya más de un millón de usuarios de dicha aplicación.

Pero también hay un gran número de aplicaciones que se han especializado en el seguimiento y cuidado de los enfermos de Alzheimer. El CRE Alzheimer, Centro de Referencia Estatal de atención a personas con Alzheimer y otras demencias [CREA], dentro de su labor de búsqueda y promoción de ayudas técnicas, ha catalogado un total de 13 aplicaciones móviles (entre las que se encuentra Tweri) para la localización de personas.

Es una referencia de cómo en estos años ha aumentado la oferta de soluciones que, al estilo de Tweri, buscan permitir la localización de una persona que pueda verse en una emergencia. Aun así, y tras un análisis de las aplicaciones enumeradas en su catálogo, nos encontramos todavía con alguna aplicación generalista, y se puede ver que incluso en las aplicaciones especialmente preparadas para los afectados de Alzheimer siguen existiendo ventajas competitivas de la solución aquí presentada frente al resto de las catalogadas:

- La aplicación está soportada sobre un software de servidor que hace que el sistema pueda funcionar incluso ante un problema en la aplicación móvil o en el dispositivo donde funciona. Con independencia del dispositivo conectado, el sistema conoce la última ubicación antes de que el problema tenga lugar, y sigue estando capacitado para comunicar las alertas.

- El mismo software de servidor permite independizar los dispositivos móviles de la funcionalidad del sistema.

- Fortaleza y seguridad de la relación entre la persona que quiera ser supervisada y sus cuidadores, especificando claramente los permisos que se dan a los mismos.

- Respeto a la intimidad de la persona: en Tweri los familiares o cuidadores sólo podrán ver la posición de la persona con Alzheimer cuando hayan saltado los parámetros de alerta. Hasta entonces, la persona supervisada puede moverse tranquilamente por la zona de seguridad sin que sus familiares tengan que conocer su paradero y sus hábitos.

- Diversos mecanismos de recepción de alertas y posiciones, entre los que se encuentra incluso el posible acceso a un panel de control.

Frente a todas estas opciones, y de cara a considerar totalmente la validez y el modelo de negocio de la solución propuesta, hemos de considerar además la existencia de distintos sustitutivos que, aunque no den solución de forma completa e ideal al problema al que nos enfrentamos, pueden ser utilizados por los afectados por solventarlo de manera suficiente para ellos.

Ilustración 4. Pulsera QR creada por FAFAC y los Mossos. [FAFAC]

Entre estos sustitutivos, están ganando adeptos las pulseras de identificación personal. Se trata de pulseras que llevan impreso un cierto código de identificación, preferiblemente un QR. No permiten lógicamente la geolocalización de la persona, sino identificar el problema cuando se localiza a una persona perdida y poder obtener los datos de contacto para comunicarlo a los familiares.

3.2 Estado del Arte respecto de la técnica

En el presente apartado se muestra cómo se analizan también en su momento las metodologías y tecnologías que podían ser usadas con ventaja para el desarrollo del proyecto, en función de los objetivos marcados.

3.2.1 Metodologías de desarrollo de software

El proyecto que nos ocupa representó un punto de inflexión en la compañía en la que se realiza también en lo que al uso de metodologías de desarrollo se refiere.

Solusoft tiene una amplia experiencia en la aplicación de metodologías en el desarrollo de sus proyectos software, que venía mucho más allá del inicio de este proyecto.

En este sentido, adoptó ya a comienzos de la pasada década la metodología Métrica versión 3 [METRICA] como base en los procesos relacionados con el desarrollo del Software.

Se trata de una metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información promovida en su día por la propia Administración, de la mano del Ministerio de Administraciones Públicas, creada inicialmente para sus propios proyectos pero que se extendió rápidamente por el sector TIC debido a sus ventajas contrastadas.

Fija un marco organizativo y mecanismos y procedimientos específicos para logar el producto especificado desde el entendimiento y la comunicación entre los distintos participantes. Y estipula el seguimiento formal y obligatorio de una serie de fases que conducen a que el proyecto se ejecute correctamente siguiendo tareas y controles marcados de antemano por la metodología.

Dicha metodología fue usada como base para los procesos productivos en la implantación de la Certificación de Calidad ISO 9001, obtenida por la empresa en el año 2003. Y en el momento de poner en marcha el proyecto se mantenía en mejora continua año a año, y se había adaptado además recientemente a la norma ISO 9001:2008. El Sistema de Gestión de la Calidad de la compañía centraba parte de los procedimientos de trabajo en esta metodología, habiéndose aplicado con éxito en proyectos de contratación pública y proyectos del sector privado.

Sin embargo, las ventajas de la aplicación de la metodología Métrica, que se había vuelto imprescindible a la hora de gestionar proyectos grandes, con equipos numerosos y

de gran duración en el tiempo, no eran suficientes a la hora de afrontar proyectos de desarrollo de productos tan dinámicos como las aplicaciones móviles. Se consigue con ella que los productos desarrollados se correspondan a lo requerido en un principio, y los proyectos se desarrollan en tiempo y forma, perfectamente controlados. Pero cuando se trataba de proyectos pequeños que tenían como producto resultante la obtención de una aplicación móvil, aunque ésta tuviera conexión con otros sistemas, Métrica resultaba demasiado rígida a la hora de poder adaptarse rápidamente a los cambios que, tanto clientes como los miembros del propio equipo, iban considerando necesarios para conseguir una mejor adaptación a las necesidades y una mejor experiencia de usuario.

Se aprovechó por ello el lanzamiento de un producto interno como Tweri para buscar y experimentar con una metodología que consiguiera procesos de trabajo más rápidos y con mejores resultados. Y se empieza a estudiar con ese fin otras metodologías que pudieran estar utilizándose en el sector con los mismos fines. En este caso, el trabajo de análisis del mercado fue fácil y rápido. Una metodología aparecía continuamente por encima de otras en ese estudio: *SCRUM* [Las17].

Se trata de la metodología de desarrollo ágil que más se ha extendido a lo largo de los últimos años. Marca para su aplicación una serie de roles y mecanismos de trabajo que buscan que el desarrollo de productos (de cada versión, por diferenciarlo claramente del método *Lean StartUp*) se realice de un modo incremental y evolutivo, con una serie de entregas y revisiones del prototipo que se va obteniendo. Es apropiada, por tanto, para proyectos o productos donde los requisitos no son conocidos del todo en un inicio y se busca rapidez y flexibilidad hasta conseguir el producto realmente buscado, a lo largo de una serie de ciclos prefijados

En lo que pueda ser de importancia al presente proyecto, señalar que la metodología *SCRUM* plantea ciclos de desarrollo incremental e iterativo (*sprints*) en los que el producto se vaya beneficiando de lo aprendido en los ciclos anteriores y vaya incorporando las novedades que el entorno o el mercado puedan ir viendo de interés. Se comienza así siempre por una implementación simple de los requisitos iniciales del sistema, para iterativamente mejorar en secuencia evolutiva de versiones, generándose en cada iteración cambios en el diseño y agregándose o mejorándose nuevas funcionalidades y capacidades al sistema.

Para ello, los roles o perfiles que se identifican en el desarrollo son: el Jefe de Producto, responsable de configurar el mismo para que cumpla los objetivos; el *Scrum Master* (en nuestro caso el Jefe de Desarrollo), que se encarga de aplicar la metodología, gestionando los cambios de la forma más óptima posible; y los miembros del equipo de desarrollo, que siguen los procesos marcados en cada ciclo o *sprint* hasta obtener un determinado producto entregable común.

En cada *sprint*, que suele tener una duración periódica y lo más corta posible (pocas semanas), se estipulan, de entre el conjunto de requisitos o funcionalidades a obtener en el producto (conocidas como *Product Backlog*), aquellas a abordar por el equipo en ese ciclo, asignándose las responsabilidades para cada miembro (*Sprint Planning*). Una vez acabado el trabajo del ciclo, el prototipo obtenido será revisado (*Sprint Review*) para juzgar su corrección con respecto a lo esperado y sacar conclusiones de cara al nuevo ciclo de desarrollo.

Con esta forma de trabajo, los beneficios a la hora de realizar productos que puedan necesitar adaptarse con facilidad a los cambios que puedan venir durante su desarrollo (por nuevos requisitos externos, gestión de las expectativas del cliente, …) son evidentes. La flexibilidad, de hecho, es la mayor de sus ventajas reconocidas, sabiendo además que el producto desarrollado va cumpliendo con los objetivos esperados sin tener que esperar al final de un largo ciclo de desarrollo en cascada para verificar su cumplimiento.

Esta metodología, por tanto, es la que identificamos como ideal para el desarrollo del presente proyecto, dados los objetivos de obtener un prototipo funcional que pudiera ser evaluado rápidamente por los expertos de AFAL Getafe, variado por las aportaciones que éstos realizasen, y evolucionado con posterioridad de forma fácil hasta alcanzar un producto escalable y extensible.

3.2.2 Metodologías de desarrollo de productos

Esa búsqueda además de un producto o negocio escalable y sostenible, nos lleva a ver que la metodología de desarrollo de software ha de ser complementada con un método que dé garantías de que las ventajas van a mantenerse durante todo el ciclo de vida del mismo.

Es aquí donde se busca también entre distintas técnicas y mecanismos, entre el ámbito del desarrollo y del márketing para acabar dando con el método *Lean StartUp* [Rie11], que, como ya se introdujo, ha sido evaluado también aprovechando el lanzamiento de esta solución.

Porque se trata de una metodología que va más allá del desarrollo del producto, para abordar toda la vida de éste y/o el negocio en torno a él. El método fue desarrollado inicialmente por Eric Ries [Rie11] a partir de 2008, basándose en la filosofía *Lean (Lean Manufacturing)* de gestión de la producción en empresas. Esta filosofía busca eliminar cualquier elemento o trabajo que no aporte valor a un proceso, o al producto o servicio resultante. Por lo que el método centra igualmente sus esfuerzos en elaborar únicamente aquello que realmente tiene valor para el cliente o usuario final. Y lo hace iterando lanzamientos del producto, donde se mide la retroalimentación de los usuarios, buscando la confirmación científica de lo que realmente es útil para ellos. Se ahonda a partir de ahí en mejorar esa utilidad, eliminando o dejando de realizar esfuerzos en todo lo demás.

Y es que lo principal para el método es recabar y medir la opinión de los clientes, detectando lo más rápidamente posible lo que desea y lo que no. Eso lleva a fijarse desde el principio unos indicadores que tengan que ver con los objetivos del producto o negocio y medir continuamente si se van alcanzando, desde lo que se llama el Producto Mínimo Viable (PMV), aquel que permite la suficiente funcionalidad para cubrir las primeras expectativas del usuario y/o cliente recogiendo su información sobre su grado de satisfacción, y pasando por todas las revisiones que se hagan del producto.

Un producto tendrá éxito sólo si atiende las demandas del consumidor con la cantidad mínima de recursos posible. Y eso es lo que buscábamos para nuestra solución.

3.2.3 Plataformas móviles

Ese objetivo de dar una solución al problema con los menores recursos posibles nos llevaba en el inicio del proyecto a evaluar sobre qué plataformas móviles merecía la pena trabajar para proporcionar un producto a los afectados.

Aunque al cabo de los años parece una cuestión trivial, viendo como el mercado se ha ido decantando por dos competidores principales que han logrado hacerse con casi todo el mercado de dispositivos móviles, en su momento no estaba tan clara esa decisión, puesto que *Microsoft Phone* y *Symbian* (*Nokia*) eran todavía plataformas que merecían ser estudiadas.

No parece de interés reproducir aquí el estudio de viabilidad realizado en su momento por obsolescencia de muchas de las características por entonces analizadas, pero sí presentaremos las conclusiones obtenidas, que derivaron en la selección de *Android* y *iOS (iPhone)* como las plataformas idóneas para el desarrollo y lanzamiento de la solución.

Symbian era un sistema operativo propiedad de varias compañías fabricantes de terminales móviles, entre las que se encontraban *Nokia* (con un 47,9%), *Ericsson*, *Siemens*, *Sony Ericsson*, etc. Y entre las empresas con licencias adquiridas, habría que sumarle *Motorola*, *Panasonic*, *Samsung*, *LG* y otras. El apoyo de estas marcas hacía que estuviera implantado en un gran parque de móviles. Sin embargo, las capacidades sensoriales y de ubicación que se necesitan para dar soporte a la solución no se encontraban en la mayor parte de los terminales de gama media y baja, lo que, unido a la retirada de apoyo que empezaba a tener por parte de sus propias marcas, hizo que fuera rápidamente desestimado.

Windows Phone, por su parte, era una tecnología aún joven e inestable cuyas características podían cambiar de manera relevante durante el período de adopción por parte de los usuarios de Tweri, debido a la fuerte competencia con los otros sistemas. Su adopción se consideró interesante, pero, al no haber tampoco un parque representativo de dispositivos móviles que lo tuvieran instalado, y a pesar de que la tecnología de programación era muy cercana a la del servidor y el equipo estaba muy familiarizado con la misma, se decidió retrasar, al menos, su adopción en el tiempo si dicho parque aumentaba.

iOS sí era una tecnología estable y madura. De hecho, Apple había sido realmente la compañía que revolucionó el mercado de los smartphones al lanzar el iPhone y dotarlo ya de GPS. Además, facilitaban la distribución de la aplicación a partir de la propia tienda integrada en el dispositivo (aunque se era consciente de los largos períodos de espera que se podían producir antes de que la publicación de una aplicación fuera aprobada, y de las estrictas normas de publicación que solían retrasar el proceso). Era una plataforma, por tanto, que permitía un acceso fácil a la solución por parte de los afectados (aunque el precio del dispositivo fuera considerable). Por ello, se decidió su adopción como plataforma móvil sobre la que desarrollarla.

Android, por último, fue igualmente elegida como plataforma móvil sobre la que desarrollar Tweri principalmente por el crecimiento del número de dispositivos que empezaban a integrar dicho sistema. No era una tecnología tan madura aún, pero era

escasa la necesidad de formación y se primaba la facilidad de desarrollo. Había puesto en marcha el mismo tipo de distribución mediante tienda propia, por lo que eliminaba igualmente la necesidad de invertir en el canal de distribución. Y su flexibilidad y permisibilidad, facilitaría en principio las tareas de publicación de contenidos lo que era muy importante a la hora de una actualización rápida de los distintos prototipos y versiones (dada la metodología de desarrollo también elegida).

Capítulo 4

Análisis de la solución

4.1 Especificaciones

Aunque la solución ha sido ya someramente descrita en la introducción de la presente memoria y en su capítulo 2 (Problema – Solución – Beneficios), realizaremos aquí una mayor descripción del funcionamiento que se espera y su alcance, de cara a poder desgranar las funcionalidades que habían de incluirse.

La solución será soportada en dispositivos *smartphones* con sistemas operativos *iOS* y *Android*. Cada una de estas familias de dispositivos dispondrá finalmente de sendas aplicaciones móviles que permitan a los afectados ser geolocalizados cuando los lleven consigo en sus paseos o tareas fuera del hogar.

Para que ese objetivo pueda llevarse a cabo las aplicaciones deben proporcionar, por un lado, mecanismos que permitan a los usuarios (generalmente el familiar y/o cuidador) configurar los parámetros de funcionamiento de la misma, como los límites geográficos y temporales de seguridad. Y por otro, funciones que permitan a cuidador o afectado iniciar y parar la marcha, cuando se vaya a utilizar el dispositivo y deje de utilizarse, respectivamente. También se permitirá al afectado avisar de un posible episodio de pérdida de orientación, por lo que se dispondrá para ello de un botón que lo permita en el transcurso de la marcha.

Para que la geolocalización pueda darse con garantías, es necesario contar con un software en un servidor que se vaya comunicando con las aplicaciones móviles. De esta

manera podrán ir registrándose todas las ubicaciones por las que vaya pasando el enfermo, estando capacitado para dar el aviso al cuidador cuando se superen los límites de distancia y de tiempo. Y tendremos un elemento en la arquitectura tecnológica que pueda encargarse de realizar esas alertas incluso ante un fallo de la aplicación móvil (el dispositivo móvil se queda sin batería o sin cobertura, por ejemplo).

Para que todos los procesos de comunicación y el acceso a la información de las ubicaciones se produzcan de forma segura, afectado y cuidador tendrán que identificarse correctamente en el servidor, lo que podrán hacer también a partir de funciones desarrolladas en la propia aplicación móvil.

Aunque no es necesario concretarlo en este punto, podemos decir que ese software de servidor permite soportar adicionalmente la integración de dispositivos GPS no inteligentes (como relojes u otro tipo de dispositivo *wareable*), siempre y cuando tengan la posibilidad de comunicar las ubicaciones mediante acceso a datos en Internet.

Ese software de servidor está construido en su mayor parte sobre el soporte de una completa plataforma de localización, Topoos [TOPOOS], desarrollada con anterioridad por la empresa en la que se realiza el proyecto, para dar servicio a muchas aplicaciones móviles del estilo de la que nos ocupa, proporcionando a sus programadores servicios fáciles de programar sin mucho conocimiento de lo que la geolocalización y su entorno conlleva. Por ello su presentación se aparta del objeto de la presente memoria.

Recientemente en la vida de la solución, se ha introducido también en el sistema un sitio web, con un panel de control, que permite consultar al cuidador información más completa sobre la última marcha realizada por el enfermo. Tampoco su desarrollo será recogido aquí, por no haber participado el alumno en el mismo, pero sí el acceso al mismo desde la aplicación móvil.

4.2 Requisitos.

Con esas especificaciones, se realiza una relación de requisitos que sistematice las funciones y prestaciones que la aplicación debe cumplir para alcanzar sus objetivos.

4.2.1 Esquema de descripción de requisitos.

Para la descripción de los diferentes requisitos, se ha escogido una plantilla en forma de tabla para la que explicamos a continuación los diferentes apartados de la que está compuesta:

Código RQ	RQ-XXX	NOMBRE	Nombre descriptivo del requisito
RQ Relacionados	RQ-YYY… Lista de requisitos relacionados		
DESCRIPCION	Descripción de las prestaciones que debe tener la aplicación relacionadas con el requisito.		

Tabla 1. Plantilla de descripción de requisitos.

4.2.2 Relación de requisitos.

Esta es la relación de requisitos establecida para la aplicación:

Código RQ	RQ-001	Nombre	Alta de afectado en servidor
RQ Relacionados	RQ-002, RQ-005		
Descripción	Para poder utilizar la aplicación es necesario disponer de un usuario registrado en el software de servidor. Para ello, se deberá pedir un nombre de usuario un correo electrónico y una contraseña. Es importante indicar que este usuario será el que identifique al afectado de Alzheimer puesto que será el usuario al que nuestro sistema servidor registrará las ubicaciones.		

Tabla 2. RQ-001: Alta de afectado en el software de servidor.

Código RQ	RQ-002	Nombre	Alta de cuidador en servidor
RQ Relacionados	RQ-001, RQ-005		
Descripción	Para poder utilizar la solución, también en el seguimiento de personas, es necesario que familiares y cuidadores dispongan igualmente de un usuario registrado en el software de servidor. Para ello, se deberá pedir un nombre de usuario un correo electrónico y una contraseña. Cuando se dé de alta a un cuidador desde la aplicación, quedará registrado el permiso para su seguimiento al afectado correspondiente.		

Tabla 3. RQ-002: Alta de cuidador en el software de servidor.

Código RQ	RQ-003	Nombre	Restablecer contraseñas
RQ Relacionados	RQ-001, RQ-002		
Descripción	Se podrá pedir desde la aplicación que tanto la contraseña del afectado como la del cuidador puedan ser restablecidas, para lo que se enviarán las debidas instrucciones a los correos electrónicos asociados a los mismos en el momento en que se dieron de alta.		

Tabla 4. RQ-003: Restablecimiento de contraseñas.

Código RQ	RQ-004	Nombre	Definir zona segura
RQ Relacionados	RQ-005		
Descripción	La zona de seguridad o confianza que permita al enfermo moverse con libertad sin que se produzca ninguna alerta podrá ser definida desde la propia aplicación. Para ello, y sobre la imagen directa de un mapa se permitirá establecer: - Un punto central de la zona de seguridad, que puede ser la posición propia. - Un radio máximo de acción que defina dicha zona.		

Tabla 5. RQ-004: Establecimiento de Zona de Seguridad o Confianza.

Código RQ	RQ-005	Nombre	Iniciar sesión
RQ Relacionados	RQ-001, RQ-002, RQ-004, RQ-007		
Descripción	La aplicación permitirá iniciar una conexión con el servidor para que se realice el seguimiento de una determinada persona. En cada sesión deberán aportarse: - Un usuario que haya de ser supervisado. - Un usuario que vaya a actuar de cuidador, recibiendo las correspondientes alertas. - Una zona de seguridad en la que la persona supervisada se pueda mover sin que se produzcan alertas.		

Tabla 6. RQ-005: Inicio de Sesión.

Código RQ	RQ-006	Nombre	Cerrar sesión
RQ Relacionados	RQ-005		
Descripción	La aplicación permitirá cerrar la conexión con el servidor para que se realice el seguimiento de una determinada persona que previamente pueda haberse establecido.		

Tabla 7. RQ-006: Cierre de sesión.

Código RQ	RQ-007	Nombre	Iniciar seguimiento
RQ Relacionados	RQ-005		
Descripción	Con una conexión con el software de servidor establecida, el afectado (o el cuidador a su cargo) podrán iniciar el seguimiento de su ubicación por la solución a partir de un momento dado, cuando vaya a abandonar su domicilio, normalmente.		

Tabla 8. RQ-007: Inicio de seguimiento del afectado.

Código RQ	RQ-008	Nombre	Parar seguimiento
RQ Relacionados	RQ-007		
Descripción	La aplicación permitirá parar el seguimiento del afectado por parte del servidor, previamente iniciado, en el momento que regrese de su paseo, normalmente.		

Tabla 9. RQ-008: Parada del seguimiento del afectado.

Código RQ	RQ-009	Nombre	Lanzar alerta por desorientación
RQ Relacionados	RQ-007		
Descripción	Mientras se está produciendo el seguimiento de una persona afectada por Alzheimer, ésta podrá hacer uso de la aplicación para lanzar una alerta de que está empezando a sufrir un episodio de desorientación. La opción tendrá que estar muy accesible en el momento del seguimiento.		

Tabla 10. RQ-009: Lanzamiento por el afectado de alerta por desorientación.

Código RQ	RQ-010	Nombre	Alerta por salida de zona segura
RQ Relacionados	RQ-007		
Descripción	Mientras se está produciendo el seguimiento de una persona afectada por Alzheimer, la solución comprobará que su ubicación y tiempo de regreso está dentro de los límites de seguridad, encargándose de enviar una alerta al cuidador si se saliera de esos parámetros.		

Tabla 11. RQ-010: Lanzamiento por el sistema de alerta por fuera de zona segura.

Código RQ	RQ-011	Nombre	Alerta por desconexión
RQ Relacionados	RQ-007		
Descripción	Mientras se está produciendo el seguimiento de una persona afectada por Alzheimer, la solución lanzará una alerta al cuidador cuando hubiese perdido la conexión con el dispositivo de la persona afectada (ha dejado de recibir ubicaciones, por haberse apagado, por ejemplo).		

Tabla 12. RQ-011: Lanzamiento por el sistema de alerta por desconexión.

Código RQ	RQ-012	Nombre	Visualizar avisos
RQ Relacionados			
Descripción	La propia aplicación permitirá comprobar los avisos (o alertas) de funcionamiento del sistema que se puedan ir produciendo en su uso, de manera que se pueda aumentar la confianza en su buen funcionamiento.		

Tabla 13. RQ-012: Visualización de avisos.

4.2.3 Relación de requisitos no funcionales

A los requisitos funcionales obligatorios para su buen funcionamiento, se añaden éstos, relacionados con cuestiones que, sin ser necesarias para que la solución pudiera dar su servicio, se consideran importantes para su buen uso:

Código RQ	RQ-013	Nombre	Inicio identificativo
RQ Relacionados			
Descripción	La aplicación mostrará una breve pantalla identificativa y corporativa de inicio que dé paso en breve a la pantalla principal desde la que se pueda acceder a los modos de uso.		

Tabla 14. RQ-013: Inicio identificativo.

Código RQ	RQ-014	Nombre	Aceptación de disclaimer
RQ Relacionados			
Descripción	Para cubrir posibles responsabilidades legales e informar adecuadamente a los usuarios del alcance de la solución, en el primer inicio de las aplicaciones, tras su primera instalación, se deberá presentar un disclaimer que se deba aceptar antes de seguir ejecutando la aplicación.		

Tabla 15. RQ-014: Aceptación de disclaimer.

Por otro lado, es interesante destacar que el hecho de que la solución se apoye en el software de servidor para su funcionamiento, y que los usuarios deban estar dados de alta en dicho sistema para que puedan ser controlados convenientemente, hace que

determinadas funcionalidades deseables (cambios de contraseña de los usuarios, de sus correos electrónicos, del cambio de idioma de los mensajes del servidor, …) residan realmente sobre el mismo. Al no ser tampoco estrictamente necesarias para el funcionamiento del sistema, no se han añadido a la aplicación, con el fin además de hacer su uso lo más sencillo que sea posible, por lo que no han sido recogidas como requisitos en este componente del sistema.

4.3 Casos de uso

Para buscar la forma más simple en la que la aplicación deba comportarse, y apoyándose en las especificaciones recogidas en los requisitos, se han analizado una serie de casos de uso en los que se muestra cómo dicha aplicación responde a los eventos de interacción en unos breves escenarios de su utilización.

4.3.1 Diagramas resumen de los casos de uso

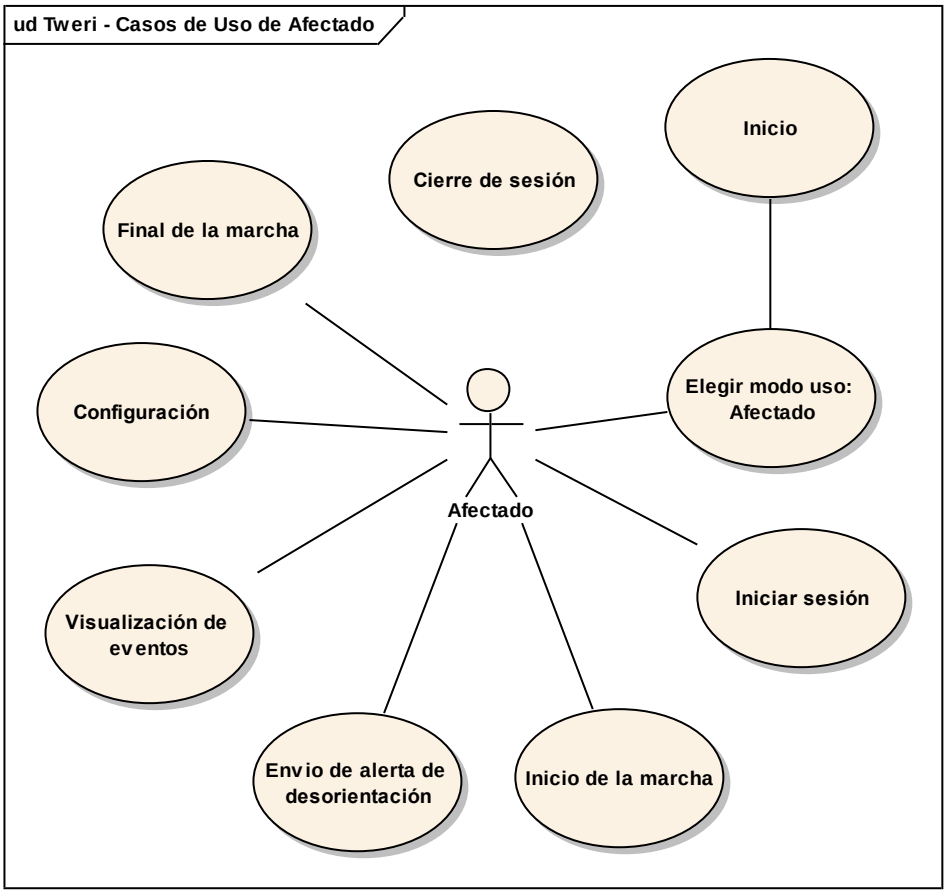

Ilustración 5. Diagrama resumen de casos de uso del afectado.

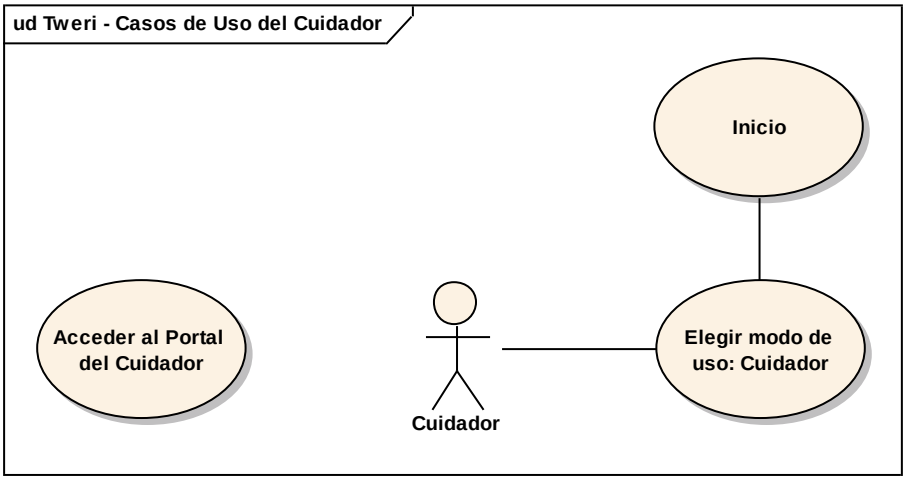

Ilustración 6. Diagrama resumen de casos de uso del cuidador.

4.3.2 Esquema de descripción de casos de uso

Para la descripción de los diferentes casos de uso, se ha escogido una plantilla en forma de tabla para la que explicamos a continuación los diferentes apartados de la que está compuesta:

Código CU	CU-XXX	NOMBRE	Nombre descriptivo del caso de uso
CU Relacionados	Relación de códigos de Casos de Uso relacionados con este.		
Código Requisito	Relación de códigos de Requisitos relacionados con este Caso de Uso.		
Actor/es Participantes	Entidades que interactúan con el Caso de Uso.		
Descripción CU	Breve descripción del Caso de Uso.		
Pre-condiciones	Condiciones relevantes que se deben dar en el sistema antes de ponerse en marcha el Caso de Uso.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	Número de paso	Descripción de las acciones que se llevan a cabo durante el Caso de Uso.	
Post-condiciones	Condiciones relevantes que se deben dar en el sistema después de finalizar el Caso de Uso.		

Tabla 16. Plantilla de descripción de casos de uso.

4.3.3 Relación de casos de uso

4.3.3.1 Casos de uso de inicio

Código CU	CU-001	NOMBRE	Inicio de la aplicación
CU Relacionados	CU-002, CU-009		
Código Requisito	RQ-013, RQ-014		
Actor/es Participantes	Aplicación, cuidador, afectado		
Descripción CU	Se muestra una pantalla inicial de presentación de la aplicación donde se muestra una imagen representativa e identificativa de la solución.		
Pre-condiciones	El usuario arranca la aplicación desde el dispositivo móvil.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	Se carga la pantalla de presentación inicial	
	2	Cuando transcurre un cierto tiempo la aplicación transita automáticamente a una pantalla principal desde la que se tenga acceso a los modos de uso principales.	
	3	Si fuera la primera vez que se inicia la aplicación en el dispositivo, se la muestra antes de la pantalla principal una pantalla de *disclaimer*, para que sea aceptada.	
Post-condiciones	El usuario está listo para acceder al modo de uso que se corresponda a lo que quiere hacer con la aplicación: acceso a las funciones de cuidador, o acceso a las funciones de afectado para configuración de la aplicación o uso de la misma.		

Tabla 17. CU-001: Caso de uso de inicio de aplicación.

4.3.3.2 Casos de uso del afectado, para uso o configuración

Código CU	CU-002	NOMBRE	Inicio de la marcha
CU Relacionados	CU-001, CU-003		
Código Requisito	RQ-005, RQ-007, RQ-010, RQ-011		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado		
Descripción CU	El afectado querrá normalmente acceder a iniciar el modo de seguimiento cuando arranque la aplicación, lo que se producirá cuando elija la opción correspondiente en la pantalla principal de la aplicación.		

Pre-condiciones	El usuario elije la opción de modo de uso de afectado en la pantalla principal. Para que el seguimiento del afectado por el sistema pueda funcionar, se necesita que el software del servidor conozca su identificación, la de la persona que va a actuar como cuidador y la zona de seguridad en la que podrá moverse sin que hayan de producirse alertas. Como estos datos se proporcionan en el inicio de sesión, si no se hubiese producido, la aplicación llevará a ese caso de uso.
Secuencia de pasos	

Paso	Descripción
1	Se comprueba si había una sesión iniciada.
2	Si no era así, pone en marcha el inicio de una nueva sesión.
3	Si había sesión, se carga una pantalla con el botón que permite poner en marcha definitivamente el inicio de la supervisión.
4	El usuario pulsa el botón de inicio de marcha.
5	La aplicación comunica al software de servidor el inicio de la supervisión del afectado asociado a la sesión.

Post-condiciones	La aplicación ha comunicado al servidor el inicio de la supervisión, y están disponibles las funciones que se pueden ejecutar por el afectado durante el transcurso de la marcha. Por parte del servidor, se controla que las ubicaciones estén dentro de los parámetros de seguridad y que no se pierda la conexión con el dispositivo.

Tabla 18. CU-002: Caso de uso de inicio de la marcha.

Código CU	CU-003	NOMBRE	Inicio de sesión
CU Relacionados	CU-001, CU-002, CU-008		
Código Requisito	RQ-001, RQ-002, RQ-003, RQ-004, RQ-005		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado, cuidador		
Descripción CU	Para que el seguimiento del afectado por el sistema pueda funcionar, se necesita que el software del servidor conozca su identificación, la de la persona que va a actuar como cuidador y la zona de seguridad en la que podrá moverse sin que hayan de producirse alertas. Por ello, se procederá a configurar la aplicación con esos datos, cuando se quiera iniciar un seguimiento y no haya una sesión previamente abierta.		
Pre-condiciones	No había sesión abierta y el usuario elije la opción de modo de uso de afectado en la pantalla principal (aunque no lo sea, porque quiera proceder a la configuración de parámetros necesaria para iniciar la sesión).		

Secuencia de pasos	Paso	Descripción
	1	Se carga una pantalla para la introducción de los datos identificativos del usuario afectado. Se le permitirá darse de alta si no lo hubiera hecho anteriormente o restablecer su contraseña de haberla olvidado.
	2	Se carga una pantalla para definir la zona de seguridad.
	3	Se carga una pantalla para la introducción de los datos identificativos del usuario cuidador al que habrán de pasársele los mensajes de alerta. Se le permitirá darse de alta, si no lo hubiera hecho anteriormente, o restablecer su contraseña de haberla olvidado.
Post-condiciones	La sesión estará establecida con los datos facilitados en el proceso.	

Tabla 19. CU-003: Caso de uso de inicio de sesión.

Código CU	CU-004	NOMBRE	Envío de alerta de desorientación
CU Relacionados	CU-002		
Código Requisito	RQ-009		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado		
Descripción CU	El afectado podrá enviar un mensaje de alerta al sistema de que está empezando a sufrir un episodio de desorientación. Para ello, pulsará el botón grande (identificado por la cara de su cuidador o familiar) sobre la pantalla que permanece abierta en la aplicación durante el transcurso del seguimiento.		
Pre-condiciones	Se estaba realizando el seguimiento del afectado por parte del sistema.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	El afectado toca el botón de alerta en la pantalla.	
	2	La aplicación comunica al software de servidor la pulsación de la alerta.	
	3	El sistema envía un mensaje al familiar y/o cuidador avisándole de la pulsación de la alerta.	
Post-condiciones	El sistema sigue recogiendo las ubicaciones del afectado y las va poniendo a disposición del cuidador, para que pueda proceder a su localización.		

Tabla 20. CU-004: Caso de uso de envío de alerta por desorientación.

Código CU	CU-005	NOMBRE	Final de la marcha
CU Relacionados	CU-002		
Código Requisito	RQ-008		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado		
Descripción CU	El afectado (o el cuidador en su defecto) detendrá el seguimiento de la aplicación cuando regrese a casa. Para ello, pulsará la opción sobre la pantalla que permanece abierta en la aplicación durante el transcurso del seguimiento.		
Pre-condiciones	Se estaba realizando el seguimiento del afectado por parte del sistema.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	El afectado o el cuidador tocan el botón de parada del seguimiento.	
	2	La aplicación comunica al software de servidor el final del seguiento.	
	3	Si había sesión, se carga una pantalla con el botón que permite poner en marcha definitivamente el inicio de la supervisión	
Post-condiciones	El sistema deja de seguir al afectado, aunque la sesión continúa abierta y la aplicación permanece en la pantalla.		

Tabla 21. CU-005: Caso de uso de final de la marcha.

Código CU	CU-006	NOMBRE	Visualización de avisos o eventos
CU Relacionados	CU-002, CU-003		
Código Requisito	RQ-012		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado, cuidador		
Descripción CU	En cualquier momento mientras que una sesión esté abierta, esté en marcha o no el seguimiento del afectado, se podrán listar los avisos y/o eventos que se hayan producido en esa sesión. Para ello, se dispone de un botón desde la pantalla que permanece abierta para poner en marcha la supervisión del usuario o durante el transcurso de la misma.		
Pre-condiciones	Hay una sesión abierta.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	El afectado o el cuidador tocan el botón correspondiente a visualización de eventos.	
	2	Se muestra una nueva pantalla donde se listan los eventos acontecidos.	
	3	El usuario cierra dicha pantalla.	
Post-condiciones			

Tabla 22. CU-006: Caso de uso de visualización de avisos o eventos.

Código CU	CU-007	NOMBRE	Configuración
CU Relacionados	CU-002, CU-003, CU-008		
Código Requisito	RQ-002, RQ-003, RQ-004, RQ-006		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado, cuidador		
Descripción CU	En cualquier momento mientras que una sesión esté abierta, esté en marcha o no el seguimiento del afectado, se podrá acceder a la configuración de ciertos parámetros de la sesión (mapa de zona segura o cambio de cuidador), como igualmente al cierre de la misma. Para ello, se dispone de un botón desde la pantalla que permanece abierta para poner en marcha la supervisión del usuario o durante el transcurso de la misma.		
Pre-condiciones	Hay una sesión abierta.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	El afectado o el cuidador tocan el botón de acceso a la configuración.	
	2	La aplicación muestra una pantalla con los distintos parámetros a modificar.	
	3	El usuario cierre dicha pantalla.	
Post-condiciones	Se modifican aquellos parámetros que el usuario proceda a modificar.		

Tabla 23. CU-007: Caso de uso de configuración.

Código CU	CU-008	NOMBRE	Cierre de sesión
CU Relacionados	CU-002, CU-003, CU-007		
Código Requisito	RQ-006		
Actor/es Participantes	Aplicación, afectado, cuidador		
Descripción CU	Además de la simple finalización de sesión, los usuarios pueden cerrar desde la aplicación la sesión que permaneciese abierta con el software de servidor.		
Pre-condiciones	Había sesión abierta y el usuario elije la opción de cerrar sesión desde la pantalla de configuración.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	Se detecta la pulsación de la opción de cerrar sesión en la pantalla de configuración.	
	2	Se realiza una pregunta para asegurarse de que realmente el usuario quería realizar esa acción.	
	3	De ser así, se comunica al software de sistema el cierre de la sesión.	
Post-condiciones	La sesión queda cerrada.		

Tabla 24. CU-008: Caso de uso de final de sesión.

4.3.3.3 Casos de uso del cuidador, para atender alerta o supervisar

Código CU	CU-009	NOMBRE	Acceso al portal del cuidador
CU Relacionados	CU-002		
Código Requisito	RQ-002		
Actor/es Participantes	Cuidador, aplicación		
Descripción CU	La aplicación da acceso, a través del navegador web del dispositivo, al panel de cuidadores del sistema.		
Pre-condiciones	El usuario elige el modo de uso de cuidador desde la pantalla principal de la aplicación.		
Secuencia de pasos	Paso	Descripción	
	1	Se carga el navegador web del dispositivo móvil con la dirección del portal del cuidador.	
Post-condiciones	Será el portal de cuidadores el que, sobre el soporte del software de servidor, se encargue de comprobar las credenciales de usuario del cuidador, o de que éste se pueda dar de alta si no lo hubiera hecho antes.		

Tabla 25. CU-009: Caso de uso de acceso al portal del cuidador/ familiar.

Capítulo 5

Diseño de la solución

5.1 Arquitectura básica de la solución

La Ilustración 7 muestra el esquema de la arquitectura tecnológica final de la solución completa:

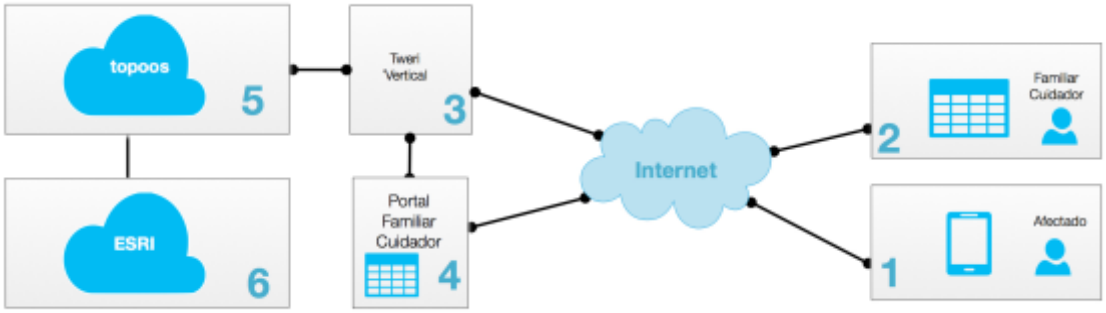

Ilustración 7. Arquitectura tecnológica de Tweri.

En dicho esquema figura claramente el componente del software de servidor (3. Tweri vertical), que, como ya se ha comentado con anterioridad, constituye la gran ventaja competitiva de la solución frente a otras, dotándola de una independencia sobre los dispositivos que se puedan usar por el afectado en su seguimiento, y de la capacidad de seguir en continuo funcionamiento, informando a familiares o cuidadores de las alertas

que acontezcan aun cuando provengan del mal funcionamiento de los dispositivos de seguimiento (pérdida de cobertura, apagado por quedarse sin batería, etc.).

El componente que refleja al afectado (1. Afectado) está constituido por las aplicaciones móviles que residirán en los dispositivos móviles inteligentes que utilice. Hasta el momento, porque la existencia del software de servidor permitirá integrar también dispositivos no inteligentes, con sólo estar dotados de lectura de su ubicación mediante GPS y posibilidad de comunicar ésta al servidor mediante Internet, característica que ha sido ya probada, como se verá en el capítulo de evaluación del sistema.

La figura del familiar/cuidador en realidad representa un actor dentro del sistema (2. Familiar/Cuidador), al que, una vez configurada la aplicación móvil, se le comunicarán mediante correo las alertas dándole acceso al portal de cuidador (4. Portal Familiar/Cuidador) para que pueda ver, en tiempo real, las ubicaciones por las que va pasando a partir de ese momento el afectado.

En la arquitectura final diseñada, que se corresponde con la figura, ese familiar y/o cuidador cuenta precisamente con ese nuevo componente tecnológico: el portal del familiar/cuidador. Este elemento se ha sumado al sistema para obtener tres ventajas principales:

- Disponer de un interfaz para poder acceder con mucho más detalle a los recorridos realizados por la persona afectada.

- Que ese mismo interfaz pueda darle acceso remoto a las funciones de configuración del sistema, que incluirán, en un futuro, la integración de dispositivos GPS no inteligentes, del estilo de pulseras o relojes como los que se han mencionado, y su asignación a una persona afectada.

- Sienta las bases para una futura comunidad de afectados/cuidadores/familiares puesto que las relaciones entre afectados y familiares/cuidadores dejan de ser uno a uno, dando paso por ejemplo a que un solo cuidador pueda supervisar la seguridad de varios enfermos.

5.1.1 Integración con sistemas externos

La solución hace uso de algunos sistemas externos importantes, que dotan especialmente de una gran potencia y facilidad de desarrollo a la hora de implementar determinadas funciones en el software de servidor o de realizar la integración de mapas geográficos cuando se han de manejar las ubicaciones de los afectados en la aplicación, tanto en la configuración de la zona de seguridad como en el tratamiento posterior de las alertas lanzadas por la aplicación y visualizadas por el cuidador. Se trata de la plataforma *Topoos* [TOPOOS] (que ha servido de principal soporte al software de servidor realizado para la solución, pero también a la programación móvil) y del software de gestión de información geográfica (*GIS*) *ArcGIS Online*, etiquetado en la Ilustración 7 como *Esri*, que es la compañía fabricante de dicha herramienta.

Como se ha mencionado ya en varios puntos anteriores, el software de servidor de la solución Tweri obtiene enormes ventajas en cuanto a facilidad de desarrollo y escalabilidad principalmente, de estar soportado por la plataforma *Topoos* [TOPOOS], desarrollada por la propia empresa Solusoft.

Y esas mismas facilidades han sido aprovechadas también en el desarrollo de la propia aplicación móvil, puesto que pone a su disposición un conjunto de funciones que simplifican enormemente el trabajo con mecanismos en principio complicados como el manejo de la geolocalización o el registro e identificación de usuarios que han de trabajar con aplicaciones móviles con unos determinados permisos y una información asociada.

Topoos es una plataforma *LBS* (*Location Based Services*; servicios basados en la geolocalización) que proporciona a los desarrolladores de unos servicios que abstraen sobre las dificultades del manejo de la información geográfica, además de otras cuestiones relacionadas como la autenticación de usuarios, el almacenamiento de información relacionada con los mismos, la ubicación y otros datos contextuales. Permite por tanto acelerar y facilitar el trabajo en estos ámbitos.

Y lo hace proporcionando una *API* para acceder a dichos servicios, o incluso un *SDK* para Android que facilita aún más los desarrollos en dicha plataforma móvil.

En el desarrollo de las distintas funcionalidades que han de realizarse sobre el soporte de un mapa geográfico, la plataforma *Topoos* abstrae igualmente del tratamiento que ha de realizarse sobre dichos mapas, partiendo incluso de la forma en que pueden conseguirse éstos.

Para ello, se integra además con sistemas geográficos de información que nos proporcionan ya mapas de cualquier (o casi cualquier) punto del planeta y un conjunto de funciones con las que manejar y realizar cálculos sobre dichos mapas. En este caso, el *GIS* elegido es *ArcGIS Online*, como se ha dicho, que ofrece también sus servicios a *Topoos* mediante un *API*.

5.2 Prototipo de interfaz

Centrándonos en la aplicación móvil que dará servicio a la solución, pasaremos en este apartado a describir las diferentes pantallas diseñadas para acoger las funcionalidades analizadas, buscando que, según los casos de uso estudiados, la experiencia de uso por parte de los usuarios sea óptima.

5.2.1 Esquema de descripción de interfaces

Para la descripción de las diferentes pantallas, se ha escogido una plantilla en forma de tabla para la que explicamos a continuación los diferentes apartados de la que está compuesta:

Código IU	IU-XXX Código único	NOMBRE	Nombre descriptivo de la Interfaz de Usuario
IU Relacionados	Códigos de Interfaces de Usuario relacionadas.		
Código CU	Códigos de Casos de Uso relacionados con esta Interfaz de Usuario		
Prototipo / Imagen /Gráfico			
Imagen del prototipo.			

Tabla 26. Plantilla de descripción de interfaces de usuario.

5.2.2 Interfaces de usuario de inicio de la aplicación

Código IU	IU-001	NOMBRE	Pantalla de portada (o splash)
IU Relacionados	IU-002, IU-003		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			
			

Tabla 27. IU-001: Pantalla de portada (o splash).

Código IU	IU-002	NOMBRE	Aceptación de disclaimer
IU Relacionados	IU-001		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 28. IU-002: Pantalla de aceptación de disclaimer.

Código IU	IU-003	NOMBRE	Pantalla de inicio
IU Relacionados	IU-001, IU-004, IU-005, IU-012, IU-016		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 29. IU-003: Pantalla de inicio.

Código IU	IU-004	NOMBRE	Pantalla de ayuda (acceso web)

IU Relacionados	IU-003
Código CU	CU-001
Prototipo / Imagen /Gráfico	

Tabla 30. IU-004: Pantalla de ayuda mediante navegador web.

5.2.3 Interfaces de usuario relacionadas con la configuración

Código IU	IU-005	NOMBRE	Pantalla de configuración – paso 1
IU Relacionados	IU-003, IU-006, IU-007, IU-008		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 31. IU-005: Pantalla de configuración – paso 1.

Código IU	IU-006	NOMBRE	Pantalla de registro Tweri (topoos)
IU Relacionados	IU-005, IU-011		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 32. IU-006: Pantalla de registro de usuario Tweri (en servidor topoos).

Código IU	IU-007	NOMBRE	Ventana restauración contraseña
IU Relacionados	IU-005, IU-011		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

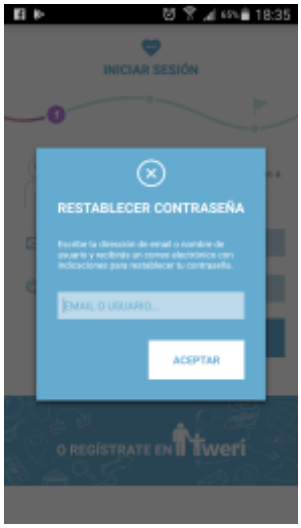

Tabla 33. IU-007: Ventana de petición de restauración de contraseña.

Código IU	IU-008	NOMBRE	Pantalla de configuración – paso 2
IU Relacionados	IU-005, IU-009, IU-010, IU-011		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

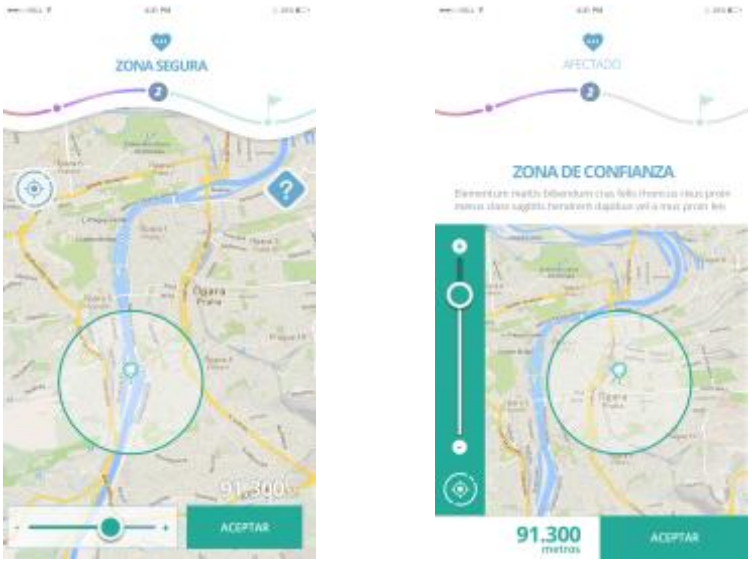

Tabla 34. IU-008: Pantalla de configuración – paso 2.

Código IU	IU-009	NOMBRE	Ventana alerta de conexión a GPS
IU Relacionados	IU-008, IU-012		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 35. IU-009: Ventana de alerta solicitando conexión a GPS.

Código IU	IU-010	NOMBRE	Ventana ayuda sobre zona segura
IU Relacionados	IU-008		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 36. IU-010: Ventana de ayuda con información sobre zona segura.

Código IU	IU-011	NOMBRE	Pantalla de configuración – paso 3
IU Relacionados	IU-008, IU-005, IU-012		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

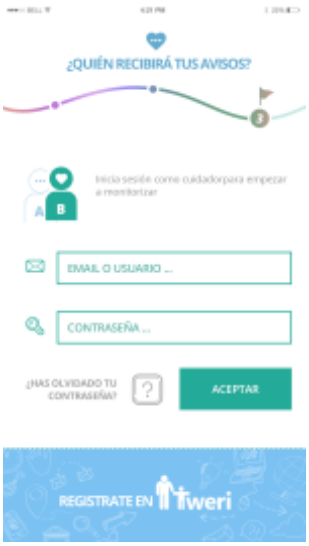

Tabla 37. IU-011: Pantalla de configuración – paso 3.

5.2.4 Interfaces de usuario de uso de la aplicación

Código IU	IU-012	NOMBRE	Pantalla de botón de uso
IU Relacionados	IU-003, IU-011, IU-013, IU-015		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

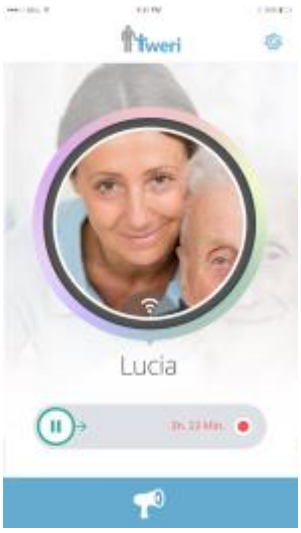

Tabla 38. IU-012: Pantalla de botón de uso.

Código IU	IU-013	NOMBRE	Pantalla de acceso a configuración
IU Relacionados	IU-012, IU-014		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

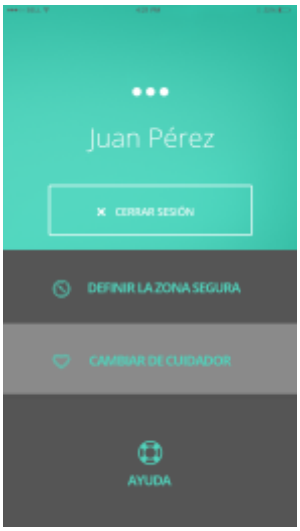

Tabla 39. IU-013: Pantalla de acceso a configuración.

Código IU	IU-014	NOMBRE	Ventana de aviso de cierre de sesión
IU Relacionados	IU-013		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

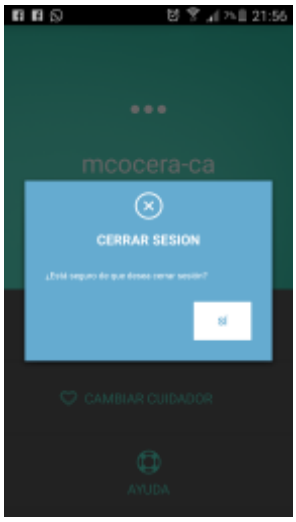

Tabla 40. IU-014: Ventana de aviso de cierre de sesión.

Código IU	IU-015	NOMBRE	Pantalla de avisos del sistema
IU Relacionados	IU-012		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 41. IU-015: Pantalla de avisos del sistema.

Código IU	IU-016	NOMBRE	Pantalla de acceso a portal cuidador
IU Relacionados	IU-003		
Código CU	CU-001		
Prototipo / Imagen /Gráfico			

Tabla 42. IU-016: Pantalla de acceso a portal del cuidador mediante navegador web.

Capítulo 6

Evaluación de la solución

Los resultados la solución desarrollada son evaluados en el proyecto desde dos puntos de vista: la verificación de que cumplen con los requisitos marcados, y que lo hace con calidad; y la validación de que finalmente se ha dado con una solución real y útil para los afectados de Alzheimer y sus cuidadores y/o familiares.

6.1 Verificación de la solución

La verificación se lleva a cabo en el propio entorno del equipo de desarrollo, donde se realizan, por normativa de la compañía, los siguientes tipos de pruebas:

- Pruebas Unitarias: aquellas que comprenden las verificaciones asociadas a cada componente del sistema de información. Se verifica en ellas la funcionalidad y estructura definidas para cada componente individualmente.

- Pruebas de Integración: comprenden verificaciones asociadas a grupos de componentes. Tienen como objetivo verificar el correcto ensamblaje entre los distintos componentes.

  En este caso se ha puesto a prueba la perfecta unión de elementos como la inclusión de gestión de los mapas en la propia aplicación o las distintas funciones

relacionadas con el alta y gestión de usuarios aprovechando los servicios de la plataforma *Topoos*.

- Pruebas de Sistema: son pruebas de integración del sistema de información completo. Permiten probar el sistema en su conjunto y con otros sistemas con los que se relaciona para verificar que las especificaciones funcionales y técnicas se cumplen.

  Se prueban aquí, en el proyecto, las distintas funcionalidades de la aplicación haciendo hincapié en un procesamiento completo de los casos de uso definidos en el análisis, y mostrados en esta propia memoria.

- Pruebas de Implantación: incluyen las verificaciones necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente en el entorno de operación al responder satisfactoriamente a los requisitos de rendimiento, seguridad y operación, y coexistencia con el resto de sistemas de la instalación.

  Son las pruebas más complejas y que más tiempo se han llevado en el desarrollo del presente proyecto, para verificar el funcionamiento de la aplicación en distintos tipos de dispositivo, especialmente en gamas económicas, para que su uso pudiera ser accesible por el mayor rango posible de familias.

- Pruebas de Aceptación: van dirigidas a validar que el sistema cumple los requisitos de funcionamiento esperado, recogidos en el catálogo de requisitos para la aceptación final por parte del usuario.

  Este tipo de pruebas están definidas en el protocolo de la compañía, como hemos dicho, pero en este caso, se realizaron conjuntamente con las pruebas de implantación, asociando, al tratarse más bien un producto, la aceptación real del mismo con la validación de la solución que había de realizarse por los expertos de las asociaciones familiarizadas con los cuidados sociosanitarios del Alzheimer.

El alumno ha participado en las pruebas de integración, sistema, implantación y aceptación, pasando en las de este último tipo a la fase de validación que veremos más adelante.

En el caso de las pruebas de integración, son de destacar las verificaciones realizadas para demostrar el correcto registro de ubicaciones incluso cuando éstas eran facilitadas por dispositivos no inteligentes, una vez se habían integrado los servicios del software de servidor. Para ello se adquirieron y configuraron relojes GPS/GMS del mercado chino. Se realizó incluso un prototipo intermedio *(Ilustración 8)* para verificar más fácilmente, de una forma visual y sobre un mapa, que las posiciones que se registraban eran correctas.

Las pruebas de integración fueron válidas, lo que demostró el buen funcionamiento del software de servidor apoyado sobre la plataforma Topoos. Pero el tamaño en la muñeca de estos *wareables* y su complicado mecanismo de configuración no los hacían apropiados para su distribución en un mercado, por lo que fue aplazada su adopción.

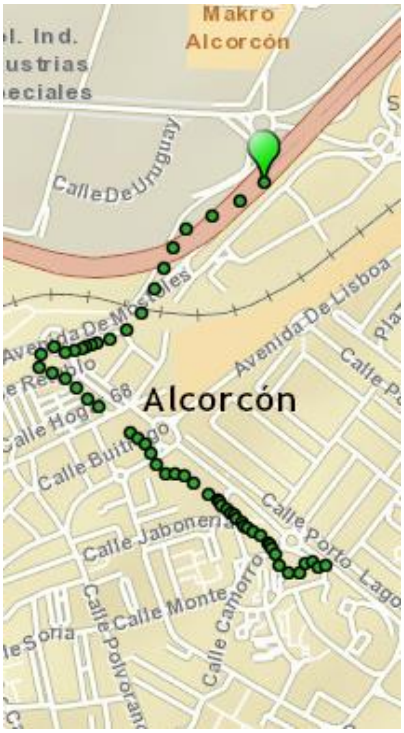

Ilustración 8. Prototipo de pruebas de integración de wearables con software servidor.

En cuanto a las pruebas de implantación, lo más destacable fueron las pruebas con distintos terminales móviles, hasta encontrar una población de dispositivos, marcas y modelos que proporcionara el mayor rango posible de funcionamiento de la aplicación en la generalidad de los mismos (con la segmentación existente en Android, alcanzar el 100% es prácticamente imposible; no es el caso de iOS, donde las opciones de dispositivos están claras desde el principio).

6.2 Validación de la solución

Tras las pruebas de verificación realizadas por el equipo de desarrollo, se procede a una validación inicial de la consecución de sus objetivos realizada conjuntamente con las asociaciones de expertos con las que colaboramos, en especial AFAL Getafe, y en la que interviene igualmente el alumno.

6.2.1 Validación por expertos

Esta validación se produce en un primer lugar sobre un prototipo por parte de sus cuidadores profesionales, para pasar a probarse con posterioridad en una de las familias con las que la asociación trabajaba.

De esta validación conviene destacar importantes aportaciones que, tras las revisiones oportunas, acabaron resultando en una aplicación con la que los técnicos de la asociación estaban seguros de su utilidad:

- En los primeros momentos de la validación del prototipo, se eliminan todo tipo de sonidos y alertas en la propia aplicación cuando el afectado abandonaba la zona de confianza. Los técnicos estimaron que en una situación de desorientación los sonidos sólo podían intensificar el estado de nerviosismo que el enfermo pudiera tener.

- Sí se reconoce la posibilidad de lanzar un aviso por desorientación, aunque advierten de que en una mayor parte de los casos puede no funcionar, porque el enfermo no sea consciente de que se está empezando a producir esa pérdida de orientación. Para aumentar el porcentaje de utilidad, proponen añadir al botón que proporciona esa utilidad la imagen del familiar o cuidador al que, a la hora de buscar ayuda, pudiera reconocer de una forma más directa.

- Se inició conjuntamente la idea de posibilitar que un cuidador pudiera atender a varios afectados, que, conjuntamente con otras necesidades, desembocó en la inclusión en la arquitectura del sistema del componente tecnológico del portal del cuidador/familiar.

Dada la estrecha colaboración que se obtuvo de AFAL Getafe para la obtención de la primera versión, se buscó también otras entidades en el ámbito de los cuidados sociosanitarios del Alzheimer para que pudieran analizar igualmente la aplicación con el objetivo de validarla. Estas fueron Manava y el Centro de Referencia Estatal del IMSERSO CRE Alzheimer, en Salamanca [CREA]. Esta última entidad, añadió, tras ese análisis, a Tweri entre su catálogo de aplicaciones móviles reconocidas, como se mencionó ya en el capítulo de Estado del Arte.

6.2.2 Validación por agentes externos

La conclusión de haber conseguido una solución realmente útil ha sido refrendada además por innumerables reconocimientos obtenidos por Tweri en todos estos años de vida.

Ya en su inicio, el mismo año de su lanzamiento obtuvo por ejemplo el premio especial del jurado en el App Award 2011, un importante concurso de aplicaciones móviles organizado por The App Date. Y fue finalista el concurso “15 minutos de gloria” de SIMO Network 2011.

A nivel internacional, también en 2011, obtuvo el tercer puesto en el premio otorgado por la audiencia en el concurso internacional Galileo Masters, habiendo sido finalista por la región de Cataluña. Y fue también finalista en el App Circus, dentro del congreso BDigital Apps 2011.

Y sin salir del ámbito de App Circus la solución volvió a ser seleccionada en 2012 como finalista dentro del evento Apps On Health, un marco de aplicaciones de movilidad dedicado exclusivamente al mundo de la salud digital.

El valor en ese entorno de eHealth ha sido reconocido por el CEAPAT, Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas, del IMSERSO, y la

Fundación Empresa y Sociedad, que lo escogieron en 2012 en su informe OpticaE: OPortunidades empresariales sobre Tecnologías de la Información y Comunicación para la Autonomía en el proceso de Envejecimiento, entre las 57 iniciativas que favorecen el proceso de envejecimiento mediante las TIC.

Y como iniciativa innovadora, fue incluido por la fundación Cibervoluntarios también en 2012 en el libro “Redvolution: el poder del ciudadano conectado”, con iniciativas que utilizan las nuevas tecnologías para el empoderamiento humano con fines sociales.

Además hemos hecho diversas aportaciones a congresos materializadas en ponencias: Lightning talks de la Conferencia Europea ESRI 2011; IV Jornadas sobre "La enfermedad de Alzheimer y otras demencias" de AFAL Getafe; II Congreso de Emprendedores – Iniciador en la mesa redonda sobre emprendimiento social; y I Encuentro de eHealth para el Caribe y Centroamérica, promovido por la vicepresidencia de la República Dominicana.

Podemos ver, por tanto, que se trata de una iniciativa de RSC que ha sido largamente compensada en cuanto a reconocimiento y difusión de marca, en la que debemos tener en cuenta también una alta repercusión mediática, con la aparición en numeros medios de prensa (tradicional y on-line), radio y televisión, como puede verse en la propia web de Tweri.

Y, por encima del reconocimiento y la repercusión mediática, el mayor logro y validación está en obtener una aplicación con una enorme respuesta entre su público objetivo y con un enorme potencial y proyección internacional todavía. Prueba de ello son sus más de 20.000 descargas a la fecha en que se escribe esta memoria, con un uso diario registrado de más de 900 usuarios activos en más de 20 países entre los que se encuentran: España, EEUU, Méjico, Chile, Brasil, Argentina, Colombia, Puerto Rico, Italia, Francia, Perú, Costa Rica, Venezuela, Holanda, Rumanía, Reino Unido, Canadá, Grecia, Guatemala, Panamá ...

Capítulo 7

Metodología y planificación

7.1 Metodología de trabajo

Como ya se dijo en el apartado de introducción, la metodología *Lean Startup* [Rie11] ha sido la que ha guiado el ciclo de vida completo de la solución. Se buscó precisamente probar las bondades de la misma para el crecimiento de productos, partiendo de unas funcionalidades y servicios mínimos para ir testeando su utilidad y añadiendo sólo elementos solicitados y validados de manera iterativa.

Así, lo que se planifica en un primer momento es el diseño y la construcción de lo que la metodología llama PMV, Producto Mínimo Viable, para ser validado en un primer momento por los expertos de las asociaciones de cuidadores de Alzheimer a las que nos dirigimos, e inmediatamente después por los propios cuidadores en una primera versión lanzada al mercado.

Esa primera versión de Tweri, así planificada, se desarrolló en 2011. Se soportaba su funcionalidad en la plataforma *Topoos* [TOPOOS], descargando en gran parte la complejidad de las funciones de geolocalización de las aplicaciones móviles desarrolladas. Y contaba con sendas aplicaciones para *iOS* y *Android* que contaban con la funcionalidad más básica, ya mostrada en apartados anteriores: identificación de los usuarios mediante *oAuth*; configuración; puesta en marcha, localización de la persona y registro en cloud (en servidores físicos en aquel momento); y las alertas basadas en reglas y su notificación mediante correo.

Desde entonces, y siguiendo como decimos el método *Lean StartUp*, la solución ha ido evolucionando iterativamente hasta lo que es hoy en día, creciendo de una forma progresiva a partir de las solicitudes de mejora recibidas de los propios usuarios y aprovechando las mejoras tecnológicas que se han venido sucediendo a lo largo de estos años.

La iteración más importante se llevó a cabo en 2014, introduciéndose una mejora tecnológica que redundaría en obtener un producto fácilmente escalable, en busca de promover su mayor uso en otras zonas geográficas, adaptando el desarrollo de servicios para ser soportados sobre *Microsoft Azure*, eliminando así los servidores hardware que soportaban el sistema hasta ese momento, y haciendo que la respuesta ante una mayor demanda de usuarios pudiera ser rápidamente atendida.

Aprovechando esa enorme modificación se realizaron igualmente cambios en el diseño gráfico, para simplificar y mejorar la experiencia de uso del sistema por sus usuarios, y una mejora de la relación afectado – cuidador en el acceso de éste último a la información sobre la posición del primero, haciendo que el afectado sea siempre dueño de los permisos sobre su supervisión.

A la hora de presentar en esta memoria un ejemplo de planificación de proyecto realizada a lo largo del ciclo de vida de la solución, nos hemos basado en la realizada precisamente para abordar los cambios más importantes de esta evolución de 2014. La previsión de profesionales y tiempos necesarios junto a sus costes será mostrada a continuación.

7.2 Equipo de trabajo

Para la realización de la evolución descrita es imprescindible un equipo humano cualificado en el desarrollo de aplicaciones: móviles, servicios web y sitios web. Las tecnologías de desarrollo de software en las que debía estar especializado el equipo son: *iOS* y *Android* en cuando al desarrollo de aplicaciones móviles y *Microsoft .NET* para el desarrollo de los servicios y sitios web. Además, en este último caso, debía elegirse un analista programador con experiencia en desarrollo sobre *Microsoft Azure*, de manera que los servicios sobre la plataforma pudieran ser trasladados con garantías suficientes.

Si sumamos a ello las modificaciones en el diseño gráfico, el equipo humano finalmente seleccionado para el desarrollo de esa evolución de la solución está formado por:

- Un Jefe de Producto (JP), encargado de la supervisión de los trabajos con el objetivo de que cumplan con lo planificado para la versión de Tweri.

- Un Jefe de Desarrollo (JD), encargado de supervisar y controlar el grado de ejecución de cada una de las actividades del proyecto.

- Un Analista Programador de aplicaciones (servicios) Web (AP-W), encargado del diseño del sistema y del desarrollo de los servicios de soporte al sistema.

- Un Analista Programador de aplicaciones móviles (AP-M), encargado de los trabajos de programación de las aplicaciones para los dispositivos *smartphone*.

- Un Diseñador Gráfico (DG), responsable de la usabilidad y del aspecto visual del sistema.

La siguiente figura *(Ilustración 9)* muestra la representación visual de este equipo de trabajo:

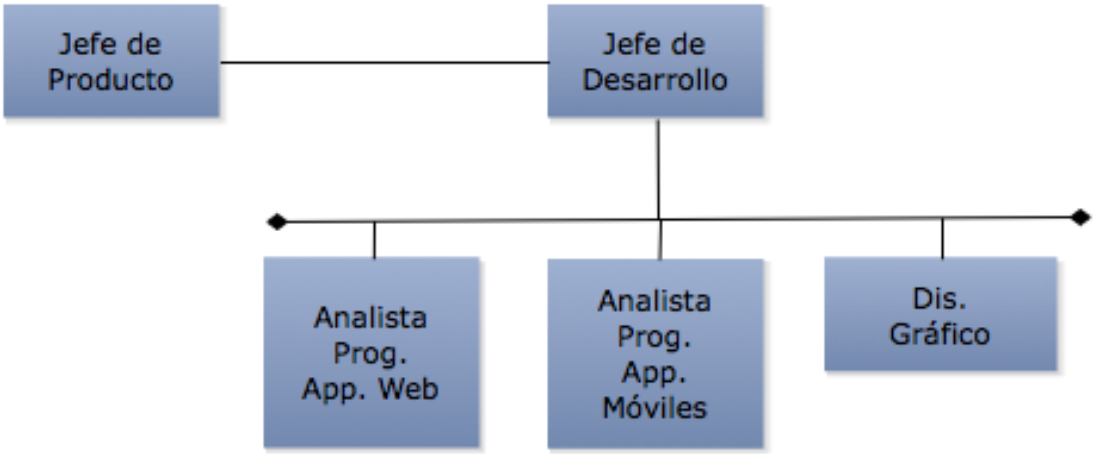

Ilustración 9. Esquema del equipo de desarrollo.

7.3 Descripción de los trabajos

El listado de trabajos a realizar para obtener la citada evolución de Tweri son los siguientes:

1) Diseño Gráfico: Son necesarios trabajos de diseño gráfico para definir usabilidad y diseño de las aplicaciones iPhone/Android, para ofrecer un resultado acorde a la imagen de Tweri, y proceder al despiece de elementos para el equipo de desarrollo.

2) Diseño del Sistema: Definición de la base tecnológica: modelos de datos, *API REST*, seguridad, interfaces de usuario y afinamiento funcional, que permite el posterior desarrollo del software con garantías de calidad.

3) Desarrollo software de servidor en la evolución prevista: Estos trabajos permiten la modificación del software de servidor para capacitar al sistema en las funciones que se ofrecen, y llevando éstas a *Microsoft Azure*.

4) Desarrollo del Portal del Familiar/Cuidador: Este conjunto de trabajos permite la ampliación del portal para permitir las nuevas funcionalidades añadidas.

5) Desarrollo de los aplicativos *smartphone iPhone* y *Android*: Se actualizarán los aplicativos con la nueva experiencia de usuario y funcionalidades requeridas.

6) Pruebas del sistema completo: Se realiza el testeo de todo el sistema en sus pruebas unitarias, de integración y de sistema.

7) Se realizan los diferentes despliegues:
   - Despliegue del Software de Servidor.
   - Despliegue del Portal.
   - Despliegue aplicaciones *smartphone*: en *App Store* y *Google Play*.

7) Comunicación y difusión del lanzamiento de la nueva versión de Tweri en web oficial y otros medios.

7.4 Calendario

Se planifica la duración y secuencia de los trabajos, en función de los requisitos entre unos subsistemas y otros, obteniendo el plan de trabajo que se muestra en la Ilustración 10.

Id	Nombre de tarea	Duración	Iniciales del recurso
1	**Seguimiento y Control**	**45 días**	**JP**
2	Lanzamiento del Proyecto	1 día	JP;JD
3	Seguimiento 1	1 día	JP;JD
4	Seguimiento 2	1 día	JP;JD
5	Fin de proyecto	1 día	JP;JD
6	**Construcción tweri v2**	**45 días**	**JD**
7	Diseño del Sistema	5 días	AP-W
8	Diseño Gráfico	4 días	DG
9	Desarrollo Software de Servidor	4 días	AP-W
10	Desarrollo Portal Familiar/Cuidador	15 días	AP-W
11	Desarrollo iPhone/android	10 días	AP-M
12	Pruebas del Sistema	10 días	AP-M
13	Despliegue	2 días	JD
14	Comunicación y Difusión	3 días	JP
15	Fin del proyecto	1 día	JP

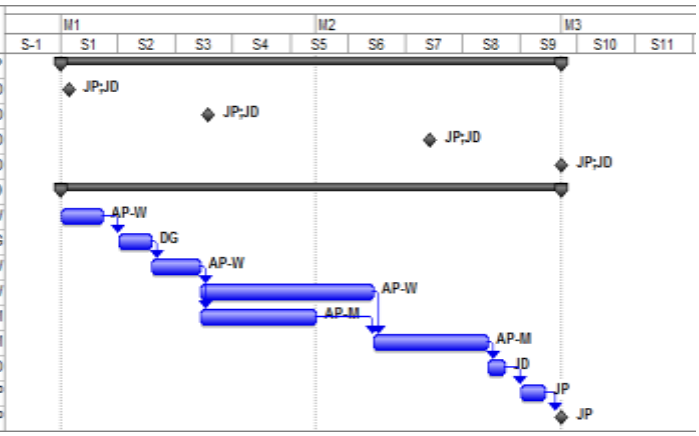

Ilustración 10. Plan de trabajo.

7.5 Medios técnicos

Respecto al equipamiento es necesario disponer por un lado de ordenadores *Mac* que se utilizan para el desarrollo sobre *iOS* y *Android* y los dispositivos móviles suficientes para la realización de pruebas. Y, por otro, ordenadores bajo el sistema operativo *Windows* utilizados para el desarrollo de los servicios web y sitio web.

Se ha de tener acceso, además, desde el primer momento, a las entidades sobre las que el proyecto vaya a residir en *Microsoft Azure*.

7.6 Presupuesto

Con el alcance de la evolución mostrado en este capítulo, respondiendo a la planificación temporal prevista y el equipo de trabajo que se empleará en la misma, se obtiene un presupuesto.

Hay que tener en cuenta, en cualquier caso, una serie de consideraciones a la hora de prever el presupuesto de costes del proyecto:

- Al no ser un proyecto para cliente final, sino que ha formado parte hasta la fecha de la RSC de la compañía en cuyo seno se realiza, no se tendrá en cuenta ningún tipo de margen comercial o de beneficios, sino que se realizará un presupuesto de costes del proyecto.

- Se tendrán en cuenta, eso sí, los costes de medios técnicos empleados por el equipo, así como los indirectos de la organización que han de ser repercutidos a cualquier miembro. Para ello se empleará un 20% de los costes directos de personal, al uso de la compañía en proyectos de I+D+i, por ejemplo.

- Si hubieran de ser tenidos en cuenta estos costes con posterioridad, a la hora de estimar un modelo de negocio, por ejemplo, podría tener que contemplarse (en función del objetivo) que los tiempos de desarrollo planificados son reducidos al aprovecharse el uso de la plataforma *Topoos* [TOPOOS], de la propia compañía. Se reduce por tanto sus costes gracias a una inversión anterior en innovación de la compañía en dicha plataforma.

Dejando claras estas consideraciones, pasamos a realizar un sumatorio de los costes del proyecto para culminar con la inversión necesaria en el mismo:

	COSTE MES	MESES	COSTE
JP	4.100 €	0,4	1.640,00 €
JD	4.100 €	0,3	1.230,00 €
AP-W	3.300 €	1,2	3.960,00 €
AP-M	3.600 €	1	3.600,00 €
DG	3.200 €	0,2	640,00 €
		TOTAL PERSONAL:	**11.070,00 €**
		COSTES INDIRECTOS:	2.214,00 €
		TOTAL:	**13.284,00 €**

El presupuesto total de este proyecto asciende a la cantidad de 13.284 € (TRECE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS).

Leganés a 1 de Agosto de 2014

El ingeniero proyectista

Fdo. Manuel Cocera Villalba

Capítulo 8

Conclusiones

Con la ejecución de este proyecto se ha obtenido un producto que, si nos atenemos a la validación realizada tanto por las asociaciones de expertos con las que se ha colaborado como a la del propio mercado y el reconocimiento de otros agentes externos, realmente da una solución al problema de geolocalización de personas con Alzheimer a través del simple uso de dispositivos móviles y servicios que pueden ser adquiridos fácilmente en el mercado, como se buscaba inicialmente.

Consigue prolongar la autonomía para los afectados: en las primeras etapas de la enfermedad el afectado puede seguir realizando su vida de la misma manera que antes de su diagnóstico, sin miedo a las posibles consecuencias de una crisis de desorientación.

Se logra, por tanto, también la buscada tranquilidad para las familias y cuidadores, que pueden descargar así sobre esta ayuda técnica parte de la responsabilidad de la supervisión de la persona en esos momentos de paseo o actividad fuera del hogar con la seguridad de que serán avisados si ocurre algo normal y podrán localizar rápidamente dónde se encuentra.

La exploración del mercado realizada resultó, además, en el descubrimiento de ventajas a obtener con respecto a otras soluciones que fueron incluidas en el análisis y diseño para obtener no sólo una solución, sino que ésta fuera competitiva.

Y dicha solución se ha llevado al mercado, mediante sendas aplicaciones que se encuentran aún disponibles para dispositivos iPhone y Android en las respectivas *App Store* y *Google Play*.

Son descargables además de forma gratuita, pudiendo ponerse en marcha mediante los servicios prestados por las plataformas de la compañía en cuyo seno se ha desarrollado sin que se cobre ninguna cuota adicional. Se ha conseguido realizar el sistema con un coste que es asumible por la cuota dedicada a Responsabilidad Social Corporativa de una pequeña compañía, por tanto. Así, el objetivo de proporcionar una solución que contribuyese a reducir los costes a los que debían enfrentarse las familias a la hora de cuidar de una persona afectada por la enfermedad está igualmente cumplido.

Y se ha hecho ateniéndose al conocimiento tecnológico para aplicar una solución al problema, pero acudiendo a entidades cercanas al tratamiento de la enfermedad y sus cuidados sociosanitarios para que confirmasen desde este punto de vista si la solución era correcta. Así lo hicieron, aportando además invalorables consejos que revertieron en una mejora sustancial de lo que las aplicaciones aportaban, eliminando en otros casos funcionalidades que técnicamente se veían interesantes, pero que no eran importantes (e incluso perjudiciales en algunos casos) desde el punto de vista de la atención a los enfermos.

Enlazando con esto, es de destacar que se ha comprobado con el proyecto que el método *Lean StartUp* es muy interesante a la hora de guiar los desarrollos de nuevos productos. Se han conseguido importantes ahorros al obtener de forma rápida un producto que cumplía suficientemente con las necesidades que se quería cubrir, sin funcionalidades que se apartaran de los requisitos, que, al sufrir una validación por tecnólogos y expertos en la enfermedad, fueron eliminadas rápidamente en las primeras etapas, antes de llegar al desarrollo (sonidos, guías al enfermo, …). Y cuando se ha ido evolucionando el producto se ha hecho contando con funciones y cambios tecnológicos que realmente se habían valorado ya como necesarios. Esto ha hecho que el método haya sido adoptado en la empresa donde se puso en marcha como mecanismo de referencia para cualquier nuevo producto que se quiera lanzar.

Y también en cuanto al desarrollo del software en sí, en la gestión de cada evolución, los resultados obtenidos con la metodología de desarrollo SCRUM han avalado las ventajas de la misma en este tipo de proyectos e hicieron que se aplicase al desarrollo de otras aplicaciones móviles. Tras varios proyectos internos exitosos con la metodología, y haberla aplicado también a la totalidad de desarrollos externos tras la misma, se encuentra implantada ahora de forma genérica como base del Sistema de Gestión de la Calidad de Solusoft.

Tecnológicamente, es de destacar la ventaja que se ha conseguido en el diseño para que el software de servidor proporcione un soporte diferenciador a todo el sistema: da independencia a los dispositivos y hace innecesario el centro de control.

Y es que el sistema ha servido por otro lado como laboratorio de pruebas para muchas tecnologías que, relacionadas con la geolocalización o con el desarrollo de productos en general, se han querido testear a lo largo de este tiempo: desarrollo de servicios en la nube (con *Microsoft Azure*); geolocalización inversa (obtención de una dirección postal a partir de las coordenadas de una determinada ubicación física, usando los servicios de una plataforma *GIS*); … Esto es una enorme ventaja que contribuye a mantener Tweri en el tiempo, puesto que se ve beneficiada de inversiones en desarrollo

que, de otra manera, se verían desperdiciadas en componentes desarrollados que para nada beneficiarían a usuarios finales.

Esta ventaja es de una gran importancia, porque contribuirá a seguir con las evoluciones en el tiempo de un producto que es muy cercano a la especialización de la compañía. Y lo hará seguramente siguiendo al menos algunas de las líneas que se marcan ya en los futuros proyectos que se presentarán en el siguiente capítulo. Se sientan las bases para en un futuro realizar, por ejemplo, estudios sobre comportamientos erráticos, estudios de afección de Alzheimer sobre un conjunto de población, favorecer las capacidades de comunicación entre familiar y afectado, etc.

Y es que los logros obtenidos en torno a Tweri han acabado superando el simple cumplimiento de los distintos objetivos que, como los reflejados de forma individual en este proyecto, nos marcamos el equipo que inicialmente lo puso en marcha. La experiencia de ver cómo proporcionaba realmente tranquilidad a numerosas familias que han llegado a contactar con nosotros, y los distintos reconocimientos obtenidos a lo largo de este tiempo, han hecho que llegue a ocupar un importante espacio en el currículum y en el corazón de los profesionales que hemos colaborado en su ciclo de vida y los de la propia compañía en general. Es fácil, por tanto, decir que seguirá teniendo continuas iteraciones que sigan contribuyendo a hacer crecer esos sentimientos.

Capítulo 9

Futuros proyectos

Se aportan en este apartado diversas posibilidades exploradas o a explorar en la evolución y/o extensión del proyecto.

Algunas de ellas han sido obtenidas del propio método de evolución del proyecto, recomendadas por los propios usuarios. En otros casos, es el equipo de desarrollo, o la propia compañía en la que el proyecto reside, los que buscan aprovechar de nuevo avances de la tecnología en pro de los beneficiarios del sistema.

Se encuentran, por un lado, características relacionadas con el cuidador (el cual podría hacerse incluso que pudiera dedicarse a la supervisión de varios afectados): ofrecerle más capacidad de monitorización del afectado (incluso dentro de la zona de confianza); observar comportamientos, por ejemplo, saber si ha ido tres veces a comprar el pan (aunque, de nuevo, lo haya realizado sin abandonar la zona de confianza); o ser avisado de la posición por otros medios, como el SMS, por ejemplo; y posibilitarle la realización de otras funcionalidades, como la realización de llamadas rápidas, o la obtención de aviso de batería baja.

Y por otro, con el afectado: hacer que el sistema pueda ser útil en etapas más avanzadas; mejora de los dispositivos (uso de dispositivos GPS no inteligentes, como relojes y pulseras), son alguna de las posibles nuevas características.

Resaltamos y profundizamos a continuación, en cualquier caso, algunas de estas propuestas por considerarlas las más importantes para el sostenimiento y avance del proyecto.

9.1 Integración de hardware no inteligente

Desde un primer momento se vio la posibilidad de integrar en la solución elementos no inteligentes que pudieran sin embargo resolver de manera fácil algunos de los procesos dentro de los casos de uso, especialmente la localización de la posición y su comunicación al software del servidor. Se buscaba así simplificar el uso de los dispositivos por parte de la persona con Alzheimer, lo que proporcionaría más usuarios y permitiría que éstos utilizasen el sistema durante más tiempo, al ser válido para su uso en fases más tardías de la enfermedad (o por más tiempo dentro de las mismas etapas).

La solución ha sido diseñada para poder realizar esa integración, y de hecho pudieron estudiarse y llegar a probarse, como se vio al hablar de pruebas y verificación, diferentes *wearables* existentes en diversos momentos del ciclo de vida.

Pero los elementos probados hasta la fecha nos alejaban de los beneficios conseguidos: eran elementos voluminosos y poco usables que podían identificar y estigmatizar a la persona que los llevase y/o no se lograba conseguir una accesibilidad a los mismos configurable fácilmente y económica.

La esperanza se ha mantenido en que se lleguen a universalizar *wearables* comerciales, usables y cada vez más accesibles, cuya integración con Tweri se podría acabar realizando de una manera sumamente fácil. Y, en el mismo mes en que se escribe esta memoria, *Apple* ha realizado un anuncio en el que saca al mercado una versión de su *Apple Watch* que dispondrá ya de comunicación LTE además del sensor GPS. Son simplemente las mismas características que tenían relojes que fueron integrados con éxito ya en 2012: posibilidad de obtener su ubicación geográfica y comunicarla al software de servidor. Pero su tamaño es ahora mucho más pequeño, y los potenciales usuarios de Tweri podrán adquirirlo con mucha más facilidad. Cierto es que su precio puede parecer no muy asequible, aunque sí es más reducido que alguno de los dispositivos analizados como competencia. Y su aparición animará a otros fabricantes a sacar modelos análogos con las mismas funcionalidades, y la competencia entre ellos a reducir los precios.

9.2 Seguimiento inteligente del afectado

El registro de las ubicaciones por las que va pasando la persona con Alzheimer nos da la posibilidad de detectar comportamientos erráticos o repetitivos entre sus trayectos. Y, como hemos mencionado entre las opciones a expandir referentes al cuidador, estos recorridos podrían ser mostrados visualmente al mismo para que los comportamientos extraños pudieran ser detectados.

Pero existe ya una vía de investigación cuyo objetivo inicial está enfocado en aprender automáticamente cuál es el comportamiento considerado normal para la persona afectada, de forma que no sea preciso establecer las reglas que definen el contexto seguro. Y ese mismo comportamiento tomado como modelo podría hacer en un futuro que saltaran las alarmas cuando los trayectos realizados por la persona no respondan a los

hábitos normales (visita de un mismo lugar varias veces; recorridos sin destinos habituales aparentes, …). Podrían detectarse así automáticamente signos del avance de la enfermedad.

9.3 Evoluciones relacionadas con el cuidador

Entre las posibles funcionalidades a añadir a aquellas ya existentes para el cuidador, enumeradas ya en la introducción del capítulo, cabe destacar la de variar la relación entre el número de cuidadores y enfermos, para que un mismo cuidador pueda supervisar la salida de varias personas.

Se trata de una evolución que permitiría un cambio en el modelo de negocio de la solución, puesto que se abriría la puerta a que asociaciones, o incluso empresas, pudieran unificar el cuidado de varias personas bajo un mismo panel de control.

Esta posibilidad haría que Tweri pudiera ser usada a nivel profesional para aquellos familiares que siguen prefiriendo ser descargados de la atención directa a sus seres queridos. Y el negocio generado con este uso contribuiría a mantener gratuito el uso directo por los demás usuarios, beneficiándose todos de nuevas funcionalidades como las presentadas en este capítulo.

9.4 Evoluciones relacionadas con el cuidado

Independientemente de las mejoras ya señaladas también, que proceden de las propias solicitudes de los usuarios, se está adaptando Tweri para el uso con pacientes afectados por otros tipos de demencia.

Pero la visualización del mercado nos guía también a poder diversificar el tipo de personas geolocalizadas, para ir hacia otros escenarios con problemáticas parecidas, tales como víctimas de violencia doméstica o niños no acompañados.

9.5 Comunidad de usuarios

Tweri ha acabado siendo algo más que un simple sistema de geolocalización de personas con Alzheimer. En torno a la solución y su difusión, se ha creado también una comunidad de personas que siguen no sólo las noticias relacionadas con la solución, sino también muchas otras noticias que se recogen de la actualidad sobre avances en la investigación y el tratamiento de la enfermedad.

En ese sentido, a la fecha en que se escribe esta memoria, Tweri cuenta con una considerable red social distribuida por distintos canales: 247 seguidores en Facebook, 1.582 seguidores en Twitter en español y 233 seguidores en Twitter en inglés.

Conocemos el sentimiento de soledad y desamparo que rodea a los afectados de Alzheimer y a sus familiares. Por ello, creemos que sería también un bonito proyecto crear un ecosistema de redes y productos en torno a una comunidad de usuarios reunidas por Tweri: un lugar donde los afectados de Alzheimer y sus familiares y cuidadores puedan compartir conocimientos y experiencias, y una plataforma desde la que personas reputadas en la materia puedan hacerles llegar información de calidad.

Sería de nuevo una útil herramienta para proporcionar tranquilidad desde la información a este grupo de personas tan necesitadas de cariño. Y no estamos hablando sólo de los enfermos, sino más bien de los cuidadores.

Glosario

API	*Application Programming Interface*
QR	*Quick Response Code*
GIS	*Geographic Information System*
GPS	*Global Positioning System*
LBS	*Location Based Services*
PMV	*Producto Mínimo Viable*
SDK	*Software Development Kit*

Referencias

[ADI16] *World Alzheimer Report 2016: Improving healthcare for people living with dementia.* Alzheimer's Disease International. Disponible [Internet]: <https://www.alz.co.uk/research/world-report-2016> [28 de septiembre de 2017].

[ALPIFY] *Safe365*. Alpify. Disponible [Internet]: <http://www.safe365.com> [28 de septiembre de 2017].

[Ber15] Bermejo, Lourdes. *¡Tengo un plan! Vivir bien con problemas de memoria: Guía para profesionales: Tiene deterioro cognitivo en fases iniciales ¿cómo ayudarle a vivir mejor?*. Fund. General de la Univ. de Salamanca; Centro de Referencia Estatal de Atención a Personas con Enfermedad de Alzheimer y otras demencias (CRE Alzheimer; IMSERSO); Fundación Reina Sofía. 2015. Disponible [Internet]: <http://www.crealzheimer.es/crealzheimer_01/documentacion/catalogo_colecciones/informacion/index.htm?id=2511> [28 de septiembre de 2017].

[CREA] *CRE Alzheimer: Centro de Referencia Estatal de Atención a Personas con Enfermedad de Alzheimer y otras demencias*. Disponible [Internet]: <http://www.crealzheimer.es > [28 de septiembre de 2017].

[FAFAC] Pulsera QR. Federació d'Associacions de Familiars d'Alzheimer de Catalunya. Disponible [Internet]: <http://www.fafac.cat/es/polseraqr> [28 de septiembre de 2017].

[KERUVE] *Keruve. Localizador Familiar Directo*. Keruve. Disponible [Internet]: <http://www.keruve.es/> [28 de septiembre de 2017].

[Las17] Lasa Gómez, Carmen; Álvarez García, Alonso. *Métodos Ágiles: SCRUM, Kanban, Lean*. Anaya Multimedia. ISBN: 84-415-3888-7. Edición 2ª. 2017

[LOPE] *LoPe. Localizador de Personas*. Cruz Roja Española. Disponible [Internet]: <http://www.cruzroja.es/principal/web/teleasistencia/localizacion-de-personas> [28 de septiembre de 2017].

[METRICA] *Métrica v3*. Ministerio de Administraciones Públicas. Disponible [Internet]: <http://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html > [28 de septiembre de 2017].

[Mor13] Moral, Alberto del. *WayFis: prototipo de navegación personal para personas mayores*. PFC de la UC3M (2013, Leganés, Madrid). Disponible [Internet]: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/17319> [28 de septiembre de 2017].

[Ost11] OsterWalder, Alexander; Pigneur, Yves. *Generación de Modelos de Negocio*. Ediciones Deusto. ISBN: 84-234-2799-4. Marzo 2011.

[RAE93] Real Academia de la Lengua Española. *Diccionario de la Lengua Española*. Edición 21ª. 1993. ISBN: 84-239-6813-8. Disponible [Internet]: <http://www.rae.es> [28 de septiembre de 2017].

[Rie11] Ries, Eric. *The Lean StartUp*: *How Constant Innovation Creates Radically Successful Businesses*. Crown Publishing Group. ISBN: 0307887898. Septiembre 2011.

[TOPOOS] *Topoos*. Solusoft. Disponible [Internet]: <http://www.topoos.com> [28 de septiembre de 2017].

[TWERI] *Tweri Alzheimer Caregiver*. Disponible [Internet]: <http://www.tweri.com> [28 de septiembre de 2017].